

29  
60



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

SEÑORES:

ADAN GARIBALDI GONZALEZ  
JUAN LUIS HERNANDEZ GARCIA  
MAURICIO APOLONIO RODRIGUEZ GARCIA  
P r e s e n t e s .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Emmanuel Alcérreca Colunga, y que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de ingeniero civil:

" ANALISIS DE FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCION DE  
UN CAMINO DE CUOTA, APLICADO A LA CARRETERA  
ATLACOMULCO-MARAVATIO "

- I. INTRODUCCION
- II. MARCO GENERAL DE PROCESO DE PLANEACION DE LA OBRA
- III. ESTUDIOS PREVIOS A LOS ANALISIS DE PROYECTO
- IV. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD ECONOMICA Y FINANCIERA
- V. PROYECTO EJECUTIVO Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a ustedes 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 les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para -- sustentar examen profesional.

A t e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F., a 29 de julio de 1988  
EL DIRECTOR

DANIEL RESENDIZ NUÑEZ

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

### I INTRODUCCION

### II MARCO GENERAL DEL PROCESO DE PLANEACION DE LA OBRA

2.1 EL TRANSPORTE CARRETERO

2.2 CLASIFICACION DE CARRETERAS Y PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN  
ACTUALMENTE

2.3 EL TRAMO ATLACOMULCO-MARAVATIO

### III ESTUDIOS PREVIOS AL ANALISIS DE PROYECTO

3.1 ANTECEDENTES

3.2 ESTUDIOS PREVIOS AL ANALISIS DE PROYECTO

3.3 DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA

3.4 INFRAESTRUCTURA DE LA ZONA ESTUDIADA

3.5 DATOS SOCIOECONOMICOS

3.6 ESTIMACION DEL TRANSITO DE PROYECTO EN EL CASO DEL  
CAMINO ATLACOMULCO-MARAVATIO

3.7 SELECCION DE RUTA

3.8 ANTEPROYECTO

### IV ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD ECONOMICA Y FINANCIERA

4.1 EVALUACION ECONOMICA

4.2 EVALUACION FINANCIERA

4.3 ANALISIS DE COSTOS

4.4 ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO PROPUESTOS

4.5 ANALISIS FINANCIERO DE PROYECTO

4.6 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

4.7 ANEXOS, CUADROS Y APARTADO 1

## **V PROYECTO EJECUTIVO Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS PROPUESTOS PARA LA CARRETERA**

- 5.1 TIPOS DE TERRENO**
- 5.2 ELEMENTOS DE UNA CARRETERA**
- 5.3 ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL**
- 5.4 PROYECTO DE LA SUBRASANTE**
- 5.5 SECCIONES DE CONSTRUCCION**
- 5.6 CONSTRUCCION DE TERRAPLENES**
- 5.7 PAVIMENTACION**
- 5.8 TRABAJOS DIVERSOS**
- 5.9 SEÑALAMIENTO**
- 5.10 PUENTES**
- 5.11 CONSERVACION**

## **VI CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**

# I INTRODUCCION

## I. INTRODUCCION

El objetivo principal de este trabajo, es mostrar las etapas del proceso para el análisis de la factibilidad de construcción de una carretera de cuota. Se tomará como referencia la carretera Maravatio-Atzacomulco, la cual se encuentra en proceso de construcción, resaltando la importancia de estas etapas en el proceso de planeación.

La Planeación y Programación son aspectos económicos, políticos, sociales e institucionales que han crecido en su importancia, ya que hoy en día, el país requiere identificar la construcción, operación y mantenimiento de aquellas obras prioritarias, que guarden gran importancia para la sociedad y que se constituyan como impulsoras del desarrollo del país. Todo ello no debe perderse de vista en un sector tan importante como lo es el sector transporte y particularmente, el subsector carretero.

Debido a la situación imperante, sobre todo desde el punto de vista económico, se hace necesario que el ingeniero civil dedicado a la planeación, operación y mantenimiento del Sistema Carretero Nacional, tome en cuenta diversos factores sociales, económicos y técnicos para el buen funcionamiento de las obras que proyecta.

En este sentido, se desarrolla un análisis somero del caso de la carretera Maravatio-Atzacomulco, como vía corta de México a Morelia en el corto plazo; cabe hacer mención de que este tramo formará parte de la vía corta de la Cd. de México a Guadalajara en el largo plazo.

Para realizar el análisis antes descrito, el presente trabajo se

ha dividido en cinco capítulos, de acuerdo a lo siguiente:

En el segundo capítulo, se ubica a los proyectos carreteros en el marco general de la planeación, con el objeto de conocer el ámbito de la obra en cuestión y conocer las actuales necesidades de la red carretera.

En el tercer capítulo, se muestran los datos socioeconómicos que es necesario conocer para evaluar desde el punto de vista social el impacto que causará la implantación de un determinado proyecto.

En el cuarto capítulo se exponen los principales aspectos de factibilidad económica y financiera, así como la presentación de un método innovador de financiamiento que considere la participación de la iniciativa privada, como parte del órgano financiero, aportador del capital necesario para la obra, como resultado o respuesta a la necesidad de establecer nuevas alternativas para generar fondos que permitan continuar con el proyecto de ampliación y mantenimiento de las buenas condiciones de funcionamiento de la infraestructura de los sistemas de transporte.

A lo largo del capítulo cinco se dan los principales lineamientos a seguir para la consecución de la correcta ejecución de la obra, con el fin de que cumpla las especificaciones de proyecto de la SCT, en todos los conceptos de obra y grupos de conceptos que es necesario realizar para construir una carretera de cuota como lo es la Maravatío-Atzacomulco.

Finalmente se exponen las conclusiones del presente trabajo.

**II MARCO GENERAL DEL  
PROCESO DE PLANEACION  
DE LA OBRA**



## II. MARCO GENERAL DEL PROCESO DE PLANEACION DE LA OBRA

### 2.1 EL TRANSPORTE CARRETERO

El Sistema de Transporte Carretero Mexicano, cumple con dos funciones primordiales:

La primera como uno de los elementos necesarios para la integración territorial y la segunda como componente fundamental de la infraestructura del transporte, fenómeno que a su vez constituye un factor indispensable de todo esquema de desarrollo y transformación. Es por esto que el sistema de carreteras y caminos debe responder en su evolución a objetivos nacionales de carácter prioritario y responder al nivel de necesidades actuales y, sobre todo, al previsto para los años por venir.

Es necesario tener presente que el transporte carretero es sólo parte del transporte total. Sin embargo, su participación en el traslado de personas es ampliamente mayoritario y en el transporte total de carga le corresponde soportar más de las dos terceras partes.

El sistema de transporte en su conjunto manifiesta una desequilibrada participación de los distintos modos, es el autotransporte el que tiene mayor participación, debido al rezago creciente de los ferrocarriles y el reducido movimiento de cabotaje. La tendencia general muestra predominio en la utilización del autotransporte, llegando a registrar hasta un 80% del movimiento de carga total nacional.

En México la infraestructura del sistema de carreteras y caminos está integrada por redes de tres niveles distintos:

1) La red troncal o red básica, que comunica a la capital del país con las capitales de las Entidades Federativas, con los principales puertos marítimos y fronterizos, y con los principales centros de distribución y consumo.

2) La red alimentadora, de alcances más limitados, que comunica a las principales ciudades de un estado con su capital.

3) La red de caminos rurales, cuya función es la de comunicar y propiciar la integración a la vida nacional de localidades pequeñas, aisladas y dispersas en el territorio nacional.

## 2.2 CLASIFICACION DE CARRETERAS

Las carreteras se clasifican, de acuerdo a diferentes parámetros y de acuerdo al organismo que se encargue de ellas. A continuación se presentan algunas clasificaciones.

i) Por sus efectos:

- De función social.
- De penetración económica.
- En zonas desarrolladas.

ii) Por su financiamiento u operación:

- Carreteras Federales.
- Carreteras Estatales.
- Carreteras Alimentadoras.
- Caminos Rurales.

iii) Por su proyecto:

- Especiales.
- Tipo A.
- Tipo B.
- Tipo C.

- Tipo D.
  - Tipo E.
- iv) Por su superficie de rodamiento.

- Pavimentadas.
- Revestidas.
- De Terracerías.
- Brechas.

v) Por su importancia:

- Troncales o primarias.
- Alimentadoras o secundarias.
- Terciarias.

Contamos en la actualidad con un conjunto heterogéneo en cuanto a la antigüedad y características de diseño, debido a que las tres redes mencionadas han surgido y evolucionado de acuerdo a las necesidades cambiantes del país en sus diferentes etapas de desarrollo. En un principio era más importante tener más caminos que mejores caminos, lo cual, actualmente puede ser válido para el tercer nivel y quizá para el segundo, pero no para el primero.

En razón del papel que desempeña el transporte carretero, la magnitud en el movimiento de carga y pasajeros ha dado como consecuencia un incremento en el uso de la denominada red básica carretera, causando que el 35% de la misma haya rebasado su capacidad, y que por las tasas de crecimiento del propio tránsito, este porcentaje aumente cada año.

El problema de falta de capacidad de la red mencionada, que también se presenta en la red alimentadora, pero con un porcentaje más pequeño, se refleja en las operaciones y en los costos de

operación de los vehículos que hacen uso de estas redes. Por ejemplo, en un camino pavimentado de dos carriles cuando la circulación pasa de fluida a deficiente, las velocidades se reducen de 70 a 45km/hr y los costos de operación llegan a incrementarse hasta en un 60% (ver Costos de Operación, Dirección General de Planeación, SCT).

Aunado a la falta de capacidad, se presenta el deterioro en la calidad del servicio que la red debe ofrecer y el estado físico de las carreteras, cuyo desgaste es más acelerado al estar sometido el pavimento a mayores esfuerzos, los cuales son producto de la intensidad del tránsito y de las nuevas cargas legales autorizadas recientemente que rebasan las de los antiguos proyectos.

Estos problemas: la falta de capacidad y el deterioro físico de las carreteras, hacen necesario definir acciones por realizar en cada tramo o ruta y de programar la cantidad de recursos que necesitan, todo esto de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo, que en materia de transporte expresa lo siguiente:

a) Conservar las carreteras y caminos de las redes troncal y alimentadora, mediante el uso intensivo y racional de la mano de obra local. Asimismo, completar las obras en proceso concentrando mayor atención en las que pueden rendir más beneficios a corto plazo.

b) Modernizar la red troncal básica ampliando la longitud de carreteras de cuatro carriles y altas especificaciones, completar la red troncal nacional, y construir y modernizar carreteras de penetración y alimentadoras. Continuar la ejecución de caminos rurales, sin descuidar su conservación y reconstrucción, y

construir libramientos para favorecer el tránsito interurbano.

Estas acciones y problemática hacen necesario definir los tipos de trabajos por realizar en cada tramo o ruta, así como su volumen de recursos. Sin embargo, casi siempre la disponibilidad de recursos es superada por las necesidades existentes, lo que ha obligado a formular un Plan de Modernización de la Red Carretera que permita solucionar este problema y ha sido la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la que ha venido elaborando y actualizando dicho Plan, cuyos objetivos básicos son los siguientes:

a) Localizar y cuantificar problemas en tramos carreteros, que por el nivel de tránsito que soportan y/o por sus características geométricas y de operación, se consideren inadecuados y sea necesario ampliarlos o reconstruirlos.

b) Localizar puntos críticos específicos en los diferentes tramos, tales como intersecciones, alineamientos defectuosos y otros, que repercuten en dificultades de operación y en una elevada incidencia de accidentes, provocando que la eficiencia de la vía disminuya, para corregirlos.

El Plan mencionado implica definir una gama de posibles soluciones en cada tramo, que van desde el mejoramiento de las condiciones existentes con modificaciones mínimas, hasta acciones de gran aliento que impliquen fuertes inversiones, juzgándose la conveniencia de ellas a través de una sólida evaluación técnica y económica.

Las posibles soluciones tienen como base la calidad de servicio que la red carretera troncal debe ofrecer, no sólo para atender la demanda de transporte que requiere el desarrollo económico del

país, sino con el propósito de coadyuvar en el proceso de descentralización de la vida nacional; asimismo, consideran como criterios indispensables: que las características geométricas deben asegurar la atención de la demanda futura para evitar problemas de congestiónamiento, y que el número de accidentes en carreteras debe reducirse.

Conviene señalar que a pesar de la situación actual del país, el sistema carretero nacional tendrá que atender demandas de vehículos cada vez mayores, siendo el causante principal de esta condición será el automóvil. Se prevé que para el año 2000 el volumen de transporte interurbano de pasajeros será de tres a cuatro veces la actual y a pesar que la participación del autotransporte de pasajeros y en algunos casos el ferrocarril, el automóvil presentará la mayor relevancia en cuanto a tránsito generado. Por otra parte, para el mismo año será necesario multiplicar por 13 el kilometraje de carreteras de cuatro carriles, por 6 el de carreteras de dos carriles de altas especificaciones y por 2 el de carreteras de dos carriles de especificaciones normales, incrementando también las acciones en materia de caminos revestidos rurales y brechas mejoradas.

Para satisfacer adecuadamente las necesidades que al sistema de transporte le corresponde ante el desarrollo económico y social del país, es inaplazable la modernización integral y homogénea de las rutas nacionales sometidas a utilización intensa. Las condiciones de circulación han cambiado en los últimos años, provocando el congestiónamiento y el deterioro de algunos caminos, lo que se traduce en pérdidas económicas y bajos niveles de seguridad. Esta

situación es causada por las características del incremento del tránsito y por las condiciones de la carretera, incluyendo su ubicación. Respecto al tránsito se puede mencionar que el incremento extraordinario y el uso cada vez mayor de los vehículos automotores y en consecuencia de la carretera, es un efecto directo del desarrollo económico y del nivel de vida del país. Se encuentra además la inadecuación de algunos tramos carreteros debido a que los vehículos que los recorren son de mayores dimensiones y capacidades y desarrollan mayores velocidades de operación, características muy diferentes a las de proyecto.

Refiriéndose a las condiciones de las carreteras, nuestra red se ha venido realizando en los últimos 50 años con técnicas y especificaciones excelentes en su época, pero que no corresponden a las necesidades del transporte actual, circunstancia que se agrava cuando el clima y la topografía son adversos, aunado al efecto ocasionado por tantos años de servicio.

La interacción de estos elementos, tránsito y carretera, hicieron necesario un plan de modernización de la red carretera que cumpliera con los siguientes lineamientos:

- Garantizar el nivel de servicio adecuado a las necesidades de los usuarios y acorde al desarrollo donde se localizan los caminos.
- Proporcionar mayores niveles de seguridad en las carreteras.
- Proporcionar la continuidad en los recorridos mediante la homogeneización de las características geométricas de la red carretera.
- Aprovechar al máximo posible las inversiones realizadas con anterioridad.

- Terminar, al ritmo conveniente, las obras que se encuentran en proceso, buscando la pronta obtención de los beneficios previstos y asegurando así la continuidad en el proceso.

Estos lineamientos se aplican mediante la realización de los siguientes tipos de obras:

Reconstrucciones. Consiste en la corrección de deficiencias en el alineamiento horizontal o vertical del camino o de alguna de sus características geométricas.

Mejoramientos. Trabajos consistentes en el cambio de las dimensiones de las secciones de la carretera: aumento en el ancho de los carriles de circulación, ampliación de los acotamientos y colocación de señalamientos adecuados.

Aumento del número de carriles. Esta acción comprende la adición de uno o dos carriles a la carretera actual, o bien, la construcción de una carretera alterna.

Esencialmente, las modernizaciones consistirían en mejorar las especificaciones de tramos que soportan elevados volúmenes de tránsito: aumentos en el número de carriles; construcción de carriles para ascenso de vehículos pesados en zonas montañosas; construcción de vías alternas, etc. Asimismo, las obras de modernización permitirían ampliar el sistema de carreteras de cuota en la medida en que se vayan proporcionando dos o más alternativas de comunicación entre igual origen y destino.

Es importante destacar que en el corto plazo la modernización y la construcción de la red carretera nacional debe efectuarse aplicando estrictos criterios de selección, eligiendo sólo aquellas obras que proporcionen altos beneficios rápidamente. No obstante,



estas políticas deberán ser revisadas en el mediano plazo, con el propósito de adaptarlas a las necesidades de expansión que en ese plazo demanda el desarrollo del país.

Respecto al deterioro físico, será necesario intensificar la conservación de las carreteras y caminos, recordando que: prolonga la vida de las carreteras y caminos aplazando su renovación; reduce el costo de operación de los vehículos que las transitan, y permite que se mantengan abiertos al tránsito de manera más continua y contribuye a una mayor regularidad, puntualidad y seguridad de los servicios de transporte por carretera.

En suma, los objetivos de la conservación de carreteras al igual que los de obras de modernización, se relacionan con los intereses de la colectividad.

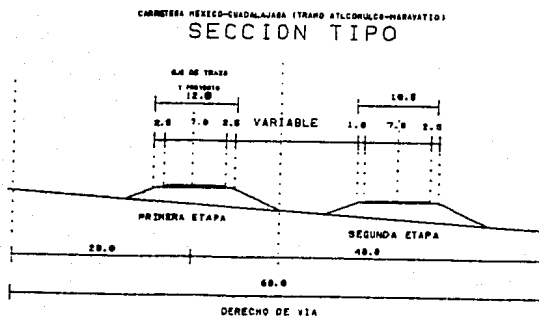
Por esto, la ingeniería civil y en especial, la ingeniería de vías terrestres deberán hacer su mejor esfuerzo para modernizar la red carretera en beneficio de la población mexicana.

### 2.3 EL TRAMO MARAVATIO-ATLACOMULCO

Como respuesta a la necesidad de continuar atendiendo las tareas de modernización y ampliación de la red, se presenta el análisis del tramo Maravatio-Atlatomulco, la cual está proyectada para dos carriles de circulación con un ancho de corona de 12m y con un ancho de calzada de 7m, contando con 2.5m de acotamiento hacia ambos lados; su longitud es de 62km, más el libramiento Maravatio de 6km. Esta vía reviste un gran interés para el Gobierno del Estado de Michoacán, el del Edo. de México y a largo plazo para el del Estado de Jalisco, ya que formaría parte de la ruta corta de México a Morelia y en el largo plazo hasta Guadalajara. De todos

los tramos de dicha vialidad, el más conflictivo es el Maravatio-Atacomulco, pues actualmente se utiliza una carretera estatal que en su origen fue un camino rural, el que atraviesa por una zona montañosa difícil, en la que se registran velocidades de operación muy bajas. La construcción del nuevo tramo permitirá evitar el tramo actual de lenta circulación, ya que el trazo nuevo se ha llevado por terreno más favorable.

La generación de significativos ahorros en tiempos de recorrido y en costos de operación, la mejoría de las condiciones de seguridad en el camino y la existencia de la vía alterna, permiten plantear la posibilidad de que la nueva carretera funcione como camino de cuota.



# III ESTUDIOS PREVIOS

## AL ANALISIS DE

## PROYECTO

### III. ESTUDIOS PREVIOS AL ANALISIS DE PROYECTO

#### 3.1 ANTECEDENTES

Se tiene una secuencia de etapas que es necesario considerar para obtener la información necesaria para realizar los estudios previos al análisis de proyecto, las cuales se presentan a continuación:

- Identificación del problema: Se identifican los problemas ocasionados en la región de tipo social, económico, político y cultural ocasionados por la falta de transporte en la región.

- Investigaciones: Descubrimiento y análisis de los medios con que pueden contarse.

- Objetivos: Se fijan los fines que se desean.

- Cursos Alternativos: Adaptación genérica de los medios encontrados, a los fines propuestos para ver cuantas posibilidades de acción distintas existen.

- Planeación: Determinación del curso concreto de acción que se habrá de seguir, fijando los principios que lo habrán de presidir y orientar.

- Políticas: Principios para orientar la acción.

- Procedimientos: Secuencia de operaciones o métodos.

- Programas y Presupuestos: Fijación de tiempos requeridos en que se precisan unidades, costos, etc.

La secuencia de tales etapas, se muestra de manera esquemática en el diagrama de la página siguiente.

#### 3.2 ESTUDIOS PREVIOS AL ANALISIS DE PROYECTO

Mediante la planeación adecuada, se realizarán los estudios previos al proyecto, de acuerdo a las necesidades planteadas de orden económico, político, social y geográfico que se tengan.

Manejando estos aspectos se define un proceso para realizar estos estudios de acuerdo a las experiencias que se han tenido a lo largo del tiempo en materia de construcción de carreteras. Teniendo presente lo anterior diremos que las fases de este proceso deben ser planteadas en forma integral y coordinada para obtener información útil al proyectar la carretera.

### 3.3 DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA

La obra en cuestión, atraviesa por una zona montañosa y de lomerío cuya altitud oscila entre los 2000 y 2600 m sobre el nivel del mar. En relación con los recursos hidrológicos encontrados en la zona de influencia, destaca básicamente el río Lerma.

El clima predominante es templado sub-húmedo, siendo la temperatura media anual de 18°C y la precipitación pluvial de 700mm anuales. Los tipos principales de suelos que se encontraron a lo largo de la longitud de desarrollo son los clasificados como podzol o podzólicos de montaña con vegetación raquítica. La vegetación está constituida principalmente, por especies propias de los climas templados como el encino, palo blanco, linaloe, etc., y por coníferas como el pino, ciprés, cedro blanco y fresno, entre otros.

### 3.4 INFRAESTRUCTURA DE LA ZONA ESTUDIADA

Es importante saber con que infraestructura se cuenta en la región que se está analizando para determinar el impacto que se tendrá a lo largo del horizonte económico de la obra en cuestión.

En relación con la infraestructura básica para el desarrollo regional y fundamentándose en los datos de los años de 1970 a 1980, destacan por su importancia en los municipios considerados obras como vías terrestres, aeropuertos, educación, dotación de agua

potable, electrificación y riego.

Refiriéndonos a las vías terrestres, destacan las siguientes:

- Acámbaro-Maravatío-El Oro.
- Maravatío-Contepec.
- Acámbaro-Coroneo-Amealco.
- Toluca-Atlacomulco-El Oro.
- Acambay-Temascalcingo-Entronque Carretero El Oro-Atlacomulco.

Dentro de las vías férreas podemos mencionar las siguientes:

- Acámbaro-Maravatío-El Oro.
- Toluca-Atlacomulco-Tultenango-Maravatío.
- Zitácuaro-Acámbaro.

En la zona se localizan un par de aeropistas de corto alcance ubicadas en Maravatío y Tepuxtepec.

A lo largo del desarrollo del camino en cuestión, se ubican diferentes poblaciones, las cuales podrán verse beneficiadas por la nueva alternativa de transporte, o perjudicadas por las emisiones contaminantes que de ella se deriven.

Tales poblaciones se enlistan en la tabla que se presenta en la siguiente página.

### 3.5 DATOS SOCIOECONOMICOS

Son importantes estos datos, ya que dan parámetros sobre las actividades preponderantes acerca de la región que se analiza, obteniendo con esta información los beneficios probables a las poblaciones en la zona de estudio, con la construcción de la carretera de cuota, desde el enfoque económico y social.

Se tiene que la región por donde atraviesa la carretera, es eminentemente agrícola. Los productos principales de tal región

son: maíz, trigo, cebada y frijol, en ese orden de importancia; además, según los datos sociales, se estima que un 30% de la población total representa a la económicamente activa, de las poblaciones cercanas al sitio del proyecto.

#### CARRETERA MARAVATIO-CONTEPEC-ATLACOMULCO

##### Poblaciones cercanas

Kilómetro	Población
37 + 300	Tungareo
37 + 300	Pomoquita
34 + 500	Apeo
29 + 500	Pomoca
25 + 000	Toluquilla
21 + 000	Bravo
16 + 000	Venta de Bravo
16 + 000	Agua Caliente
16 + 000	Contepec
13 + 500	Capulín
10 + 000	Zaragoza
3 + 000	Sta. Ma. Conchesda
0 + 000	San Juanico El Alto
18 + 000	Atlacomulco

#### 3.6. ESTIMACION DEL TRANSITO DE PROYECTO EN EL CASO DEL CAMINO ATLACOMULCO-MARAVATIO

Por lo que se refiere al tránsito, se estima que la carretera en cuestión, tendrá la capacidad de captar el tráfico actual que circula de México a Morelia y puntos cercanos, además, del tránsito

que ocupa la autopista México-Querétaro (entronques Jilotepec y Amealco), en su traslado de la Ciudad de México y de ciudades del Estado de Hidalgo de México a las zonas de Acámbaro, Moroleón, Yuriria y sitios aledaños.

En base a Datos Viales de 1987, publicados por SCT y los estudios origen-destino realizados en fechas recientes, para puntos ubicados en la zona, se estimó un tránsito promedio anual de 3500 vehículos, cuya composición vehicular se desglosó de la siguiente manera: 67% de automóviles, 11% de autobuses, y 22% de camiones. Del total de camiones se estima que el 47% será de dos ejes (C-2), el 23% de tres ejes (C-3), 2% de cuatro ejes (T2-S2) y el 28% de cinco ejes (T3-S2).

Tal volumen de tránsito, se proyectó a futuro, de acuerdo a cuatro tendencias:

- i) Análisis de incremento del tránsito a razón del 5% anual a lo largo de 20 años de vida útil del proyecto, esta tendencia se muestra en el cuadro A1. (Véase cap. IV)
- ii) Incremento moderado del tránsito, a razón del 5% anual hasta el año 10 y del 5.5% anual hasta el año 20 (ver cuadro B1).
- iii) Incremento del tránsito a razón de 5% anual hasta el año 5, del 5.5% anual hasta el año 10 y del 6% hasta el año 20 (véase cuadro C1).
- iv) Incremento del tránsito a razón de 6% anual en los primeros 5 años, del 5.5% anual hasta el año 10 y del 5% hasta el año 20 (véase cuadro D1).

De acuerdo a los datos consultados en la Dirección General de Planeación de la SCT, se ha realizado un análisis para conocer el



tránsito mínimo inicial para justificar la construcción del camino, el cual se estimó en 2500 vehículos diarios, volumen que se considera en buena posibilidad de ser rebasado, de acuerdo a las estimaciones antes descritas.

### 3.7 SELECCION DE RUTA

La etapa de selección de ruta comprende el estudio somero de todas las posibilidades de ubicación de la vía de comunicación, y la selección de la mejor, con base en los costos de construcción, reconstrucción, conservación y operación de las carreteras.

El estudio se basa en reconocimientos de campo, fotointerpretación desde el punto de vista topográfico, de uso del suelo, geotécnico, hidrológico y mediciones fotogramétricas para obtener perfiles del terreno con fines de cálculo de cantidades de obra y costos de operación.

Desde el punto de vista socioeconómico, como su nombre lo indica, se debe conocer mediante un censo el desarrollo social y económico de la región por la que atraviesa la carretera en estudio dándonos cuenta de las posibilidades de llevarse a cabo un proyecto y analizar el impacto que tendrá dicha obra en lo económico y social.

La ubicación de una carretera, está determinada principalmente por diferentes factores económicos y constructivos, la consideración respecto al paisaje, deberá definirse desde la primera fase de proyecto.

Esta consideración se logra al proyectar la carretera en tal forma que su desarrollo se sienta lógico y natural dentro de la topografía y el paisaje. La integración se consigue al proyectar la

carretera de tal manera que su construcción no implique perturbaciones en gran escala de los sitios que atraviesa, tales como grandes cortes, terraplenes y bancos de préstamos de material. La eliminación de estas obras no es posible, pero su tratamiento puede ser tal que se asemeje a las formaciones naturales, tanto en su apariencia, como en su comportamiento, en relación a los fenómenos como el escurrimiento de la lluvia, la evolución ecológica y los vientos, lográndose en el proyecto un emplazamiento de apariencia natural dentro de la topografía y el paisaje de acuerdo con criterios particulares y tratamiento de las secciones transversales, préstamos de material, zona de derecho de vía y estructuras, la consideración de algunos sitios de especial interés, cuyo valor amerite la variación de ésta, evitando así su destrucción. Estos sitios pueden ser playas, formaciones rocosas, bosques y árboles de origen artificial como plantaciones agrícolas, construcciones prehispánicas, coloniales y, en general, aquellos con algún valor histórico.

Es necesario determinar la localización de miradores de antemano para que se consideren en el proyecto detallado de las carreteras, ya que se debe prever la zona de acuerdo con el trazo y con relación a la topografía, aprovechando algún lugar favorable para su construcción.

La elección de la mejor ruta entre varias posibles, es un problema de cuya solución depende el futuro de las carreteras.

Al comparar las ventajas que ofrezcan las rutas posibles, es preciso hallar el costo aproximado (antepresupuesto) de construcción, operación y conservación de la vía que se vaya a

proyectar y compararlo con los beneficios probables que se deriven de la carretera. Asimismo, deben tenerse en cuenta los perjuicios ocasionados por la obra, a fin de considerarlos en la evaluación que se haga sobre impacto ambiental, por lo que es conveniente una vez establecidas las rutas probables, comparar los costos anuales.

Para el desarrollo del estudio de rutas posibles se utilizan, en nuestro país las diversas cartas existentes, a escalas 1:500,000, 1:250,000, 1:100,000, 1:50,000 y 1:25,000, elaboradas por INEGI, así como fotografías aéreas a escalas de 1:50,000 y 1:25,000 y 1:8,000 de diversas fuentes. generalmente éstas son tomadas con cámaras especiales usando lente gran angular. La selección de ruta entre otros factores, dependerá del tipo de terreno, de la disponibilidad y de la confiabilidad del material cartográfico y fotogramétrico.

Cuando el terreno es muy montañoso, las fotografías a escala 1:50,000 son normalmente usadas en fotointerpretación, con el fin de delimitar las fajas del terreno que alojan las mejores líneas de ruta. La interpretación de las fotos a escala 1:50,000 se hace con la ayuda de material cartográfico, estereoscópico y barra de paralelaje, para medición aproximada de desniveles.

El análisis de la fotografía en el concepto Uso del Suelo produce un croquis o mosaico de uso actual y potencial, así como información sobre población, servicios de la producción, etc., de acuerdo a lo que se requiera obtener para la vía de comunicación en proyecto.

Los aspectos geotécnicos e hidrológicos pueden encontrarse en croquis o mosaicos fotogeológicos. Es conveniente que el resultado

del análisis se conserve en pares estereoscópicos, para su mejor utilización por parte del proyectista, quien con base en la información anterior, el análisis topográfico y las consideraciones de operación y costo, estudia las alternativas y determina la más conveniente de las rutas.

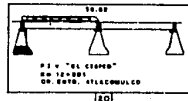
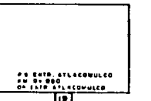
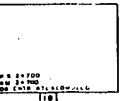
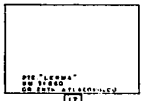
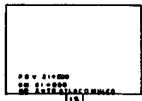
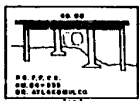
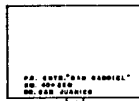
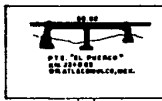
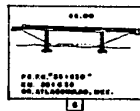
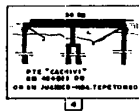
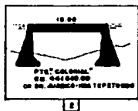
### 3.8 ANTEPROYECTO

El anteproyecto es el resultado del conjunto de estudios y levantamientos topográficos que se llevan a cabo con base en los datos previos (datos de selección de ruta) para situar en planos obtenidos de estos levantamientos, el eje que seguirá la carretera.

El anteproyecto requiere una evaluación razonablemente exacta de la geometría, así como de sus características; no necesariamente debe hacerse con una exactitud minuciosa, debido a que resultarán inútiles muchos cálculos que se pudieran hacer para todas las líneas posibles dentro de la ruta seleccionada, exceptuando aquella línea que se juzgue posteriormente la mejor.

Existe una serie de factores tales como el derecho de vía, división de propiedades, los cruces con ríos, las intersecciones con otras carreteras o ferrocarriles, las previsiones para lograr un buen drenaje, la naturaleza geológica de los terrenos donde se alojará la carretera, estos factores y otros semejantes, pueden llevar a forzar una línea, así como influir en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical de una carretera. Alineamientos que dependen mutuamente entre sí, por lo que deben guardar una relación que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance entre los volúmenes que se produzcan en cortes y terraplenes.

Resumiendo, diremos que el objetivo fundamental del anteproyecto es definir la línea que mejor satisfaga los requerimientos de costo y beneficio, que debe ser trazada en el campo o procesada fotogramétricamente, para desarrollar el proyecto detallado definitivo.

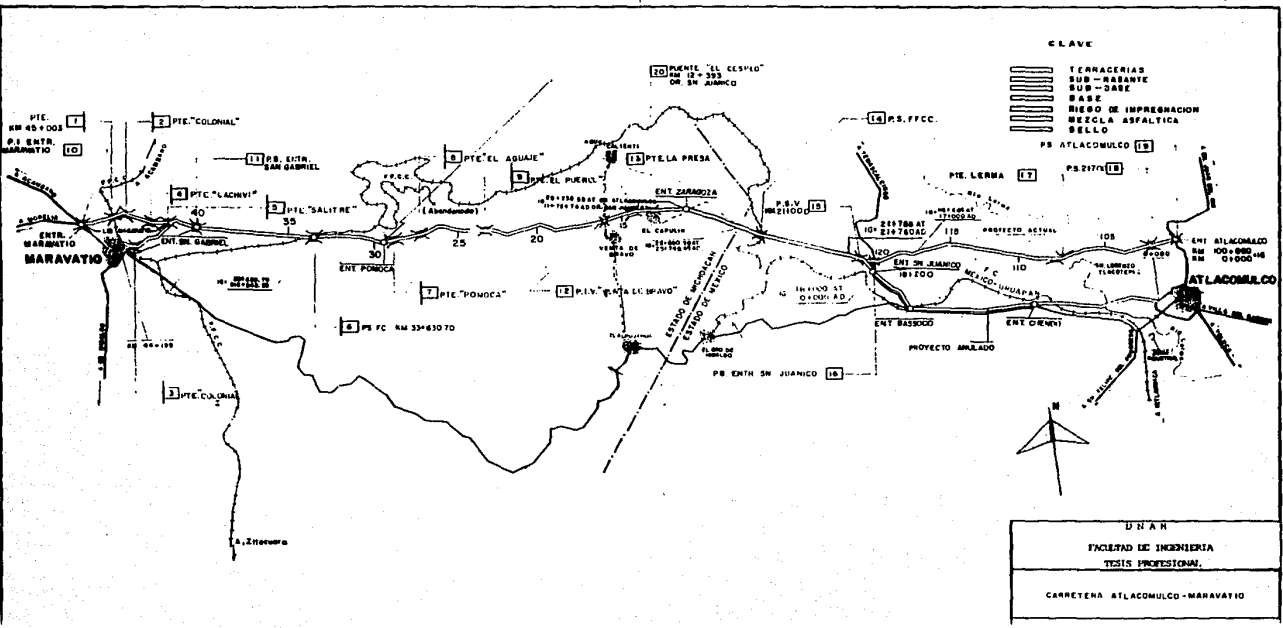


AVANCE EN PUENTES

U N A N

FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL

CARRERA  
 ATACOMULCO - MANRIQUÉ



CLAVE

-  TERRACERIAS
-  SUB-BASE
-  BASE
-  RIEGO DE IMPREGNACION
-  MEZCLA ASFALTICA
-  BELLO

PS ATZACMULCO 16

PIE. LERMA 17

PS 2170 18



UNAH  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL.  
 CARRETERA ATZACMULCO-MARAVATIO

**IV ESTUDIOS DE  
FACTIBILIDAD ECONOMICA  
Y FINANCIERA**



#### IV. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD ECONOMICA Y FINANCIERA

##### 4.1 EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica marcará la pauta para saber si conviene o no, llevar a cabo la inversión de la construcción del proyecto.

Cuando se desea realizar alguna de las funciones mencionadas, los beneficios se reflejan en los usuarios y en la colectividad principalmente en aquella que se encuentra en la zona de influencia de la obra. Estos beneficios deberán ser considerados y de alguna forma evaluados.

En este caso, emplearemos el criterio de rentabilidad, en el cual, los beneficios y los costos deberán referirse a un año base, para lo que se extrapolarán a ese año, utilizando para ello la tasa de interés vigente, misma que debe interpretarse como la mínima redituabilidad que puede tener un proyecto para ser aceptado. Emplearemos una tasa del 12% para los estudios de evaluación, por ser una tasa de uso internacional en los préstamos al gobierno federal.

En este criterio, la inversión de una carretera será conveniente si la suma de beneficios es mayor o igual que la suma de costos. Este concepto de rentabilidad económica se maneja implícitamente dentro del Índice de Rentabilidad el cual se obtiene mediante la relación de la sumatoria de beneficios entre la de costos. De acuerdo con lo expuesto con anterioridad para que una inversión sea factible, el Índice de Rentabilidad deberá ser mayor o igual uno. Esto es:

$$IR = \frac{\sum_{r=j-1}^{n-1} B_j (1+i)^{-r}}{\sum_{r=j-1}^{n-1} C_j (1+i)^{-r}} \geq 1$$

Donde: n: Horizonte económico de la carretera en años

r: año al que se refiere la actualización

i: Tasa anual de actualización

$B_j$ : Beneficios correspondientes a la construcción o modernización de la carretera en el año j.

$C_j$ : Costos correspondientes a la construcción, así como los correspondientes a la conservación y reconstrucción de la carretera en el año j.

Los beneficios a determinar para incorporarlos al cálculo anterior se refieren a los directos que en esencia son las ventajas cuantificables resultantes de la modernización o mejoramiento de las características geométricas de una carretera, que se reflejan especialmente en los costos de transporte, bajo la forma de reducción de los costos de operación, del tiempo de recorrido y el número de accidentes. También pueden referirse a los beneficios indirectos, que representan en sí las ventajas que se estima se derivarán de la modernización de la carretera, las cuales se reflejan en la colectividad en términos de desarrollo económico en la zona de influencia de la carretera.

El tramo Atlacomulco-Maravatío, forma parte del enlace terrestre México-Morelia, cuya longitud es de 249.0 km, teniéndose un ahorro en distancia de 15 km con respecto a la ruta analizada, la cual

cuenta con una longitud de 234 km.

En esta evaluación se obtienen los beneficios por ahorros en costos de operación y tiempos de recorrido al comparar las dos rutas antes mencionadas en un horizonte económico de 20 años.

La estimación del tránsito se realiza conforme al cuadro A.1 al final de este capítulo.

Para los análisis subsecuentes veáanse los cuadros de la página siguiente.

#### 4.2 EVALUACION FINANCIERA

Con relación a la necesidad de continuar atendiendo el incremento en las demandas del tránsito carretero, es obligada la modernización y ampliación de la red existente. Sin embargo, es sabido que debido a la recesión económica por la que atraviesa el país, el presupuesto federal destinado a obras de infraestructura carretera se ha visto reducido o estancado en su crecimiento por lo que se requiere generar alternativas de financiamiento diferentes a las que hasta ahora se han empleado y que permitan la generación de los recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución de obras y proyectos importantes, que sean impulsores del crecimiento nacional.

#### 4.3 ANALISIS DE COSTOS

El análisis de costos se realiza tomando en cuenta la obra faltante hasta el mes de enero de 1987 de acuerdo con la información recabada en la Dirección General de Carreteras Federales; los avances físicos y el costo de las obras, pueden considerarse hasta enero de 1987, de acuerdo a lo siguiente:

1. La longitud del camino es de 62.2 km, con un tramo de 18 km

**EVALUACION ECONOMICA**  
**OBTENCION DE LOS BENEFICIOS PRODUCTO DEL FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO CAMINO**  
**ESTIMACION DE AHORROS POR MENOR TIEMPO DE RECORRIDO RED. EN COSTOS DE OPERACION**

**TOTAL**  
**BENEFICIOS**

AÑO	AHORRO EN HORAS			INGRESOS			TOTAL BENEFICIOS						
	A	B	C	A	B	C	A	B	C				
1987	0.9	1.7	2.0	251.9	494.5	0	8.3	9.3	37.4	1712	576	1658	4747.4
1988	0.9	1.7	2.0	264.5	519.2	0	8.7	9.8	39.3	1798	605	1741	4984.8
1989	0.9	1.7	2.0	277.7	545.2	0	9.1	10.3	41.2	1887	635	1828	5234.0
1990	0.9	1.7	2.0	291.6	572.5	0	9.6	10.8	43.3	1982	667	1919	5495.7
1991	0.9	1.7	2.0	306.2	601.1	0	10.0	11.4	45.4	2081	700	2015	5770.5
1992	0.9	1.7	2.0	321.5	631.1	0	10.5	11.9	47.7	2185	735	2118	6059.0
1993	0.9	1.7	2.0	337.6	662.7	0	11.1	12.5	50.1	2294	772	2222	6362.0
1994	0.9	1.7	2.0	354.4	695.8	0	11.6	13.1	52.6	2409	810	2333	6680.1
1995	0.9	1.7	2.0	372.2	730.6	0	12.2	13.8	55.2	2529	851	2450	7014.1
1996	0.9	1.7	2.0	390.8	767.1	0	12.8	14.5	58.0	2656	894	2572	7364.8
1997	0.9	1.7	2.0	410.3	805.5	0	13.4	15.2	60.9	2789	938	2701	7733.0
1998	0.9	1.7	2.0	430.8	845.8	0	14.1	16.0	63.9	2928	985	2836	8119.6
1999	0.9	1.7	2.0	452.4	888.1	0	14.8	16.8	67.1	3075	1034	2978	8525.6
2000	0.9	1.7	2.0	475.0	932.5	0	15.6	17.6	70.5	3228	1086	3126	8951.9
2001	0.9	1.7	2.0	498.7	979.1	0	16.3	18.5	74.0	3390	1140	3283	9399.5
2002	0.9	1.7	2.0	523.7	1028.0	0	17.2	19.4	77.7	3559	1197	3447	9869.5
2003	0.9	1.7	2.0	549.9	1079.4	0	18.0	20.4	81.6	3737	1257	3619	10363.0
2004	0.9	1.7	2.0	577.4	1133.4	0	18.9	21.4	85.7	3924	1320	3800	10881.1
2005	0.9	1.7	2.0	606.2	1190.1	0	19.9	22.5	90.0	4120	1386	3990	11425.2
2006	0.9	1.7	2.0	636.5	1249.6	0	20.9	23.6	94.5	4326	1456	4190	11996.4
2007	0.9	1.7	2.0	668.4	1312.1	0	21.9	24.8	99.2	4542	1528	4399	12596.2
2008	0.9	1.7	2.0	701.8	1377.7	0	23.0	26.0	104.1	4770	1605	4619	13226.0

	A	B	C
Ingreso horario de pasajeros \$/hr	300	300	
Ingreso horario de conductores \$/hr	550		
Promedio de ocupantes	1.8	23	2
Personas de negocios	0.3	0.3	1
Costo de operacion plano-lom. suave \$	7668	28059	27938
Costo de operacion montaña \$	11189	52326	76486

EVALUACION ECONOMICA  
CALCULO DEL INDICE DE RENTABILIDAD

AÑO	BENEFICIOS		COSTOS		
	TOTALES	ACTUALIZADOS	TOTALES	ACTUALIZADOS	
1987	0.0	0.0	6027	5381.2	1
1988	0.0	0.0	24108	19218.7	2
1989	5234.0	3725.5	1148	817.1	3
1990	5495.7	3492.6	583	370.5	4
1991	5770.5	3274.3	583	330.8	5
1992	6059.0	3069.7	583	295.4	6
1993	6362.0	2877.8	1096	495.8	7
1994	6680.1	2698.0	583	235.5	8
1995	7014.1	2529.3	583	210.2	9
1996	7364.8	2371.3	583	187.7	10
1997	7733.0	2223.1	3457	993.8	11
1998	8119.6	2084.1	583	149.6	12
1999	8525.6	1953.9	583	133.6	13
2000	8951.9	1831.7	583	119.3	14
2001	9399.5	1717.3	1096	200.2	15
2002	9869.5	1609.9	583	95.1	16
2003	10363.0	1509.3	583	84.9	17
2004	10881.1	1415.0	583	75.8	18
2005	11425.2	1326.5	9008	1045.9	19
2006	11996.4	1243.6	583	60.4	20
2007	12596.2	1165.9	583	54.0	21
2008	13226.0	1093.0	583	48.2	22
<b>SUMAS</b>		<b>43211.8</b>		<b>30603.9</b>	
<b>INDICE DE RENTABILIDAD</b>		<b>1.41</b>			

EVALUACION ECONOMICA  
CALCULO DE LA TASA DE RECUPERACION

ANO	BENEFICIO	FACTOR	SALDO	BALANCE
	0	1	0	0
1987	-6027.0	0.8471	-5105.2	-5105.2
1988	-24108.0	0.7175	-17297.9	-22403.1
1989	4086.0	0.6078	2483.4	-19919.7
1990	4912.7	0.5148	2529.2	-17390.5
1991	5187.5	0.4361	2262.2	-15128.3
1992	5476.0	0.3694	2022.8	-13105.5
1993	5266.0	0.3129	1647.7	-11457.8
1994	6097.1	0.2650	1616.0	-9841.7
1995	6431.1	0.2245	1443.9	-8397.9
1996	6781.8	0.1902	1289.7	-7108.2
1997	4276.0	0.1611	688.8	-6419.3
1998	7536.6	0.1365	1028.4	-5390.9
1999	7942.6	0.1156	918.1	-4472.9
2000	8368.9	0.0979	819.4	-3653.5
2001	8303.5	0.0829	688.6	-2964.8
2002	9286.5	0.0703	652.4	-2312.5
2003	9780.0	0.0595	582.0	-1730.5
2004	10298.1	0.0504	519.1	-1211.4
2005	2417.2	0.0427	103.2	-1108.2
2006	11413.4	0.0362	412.8	-695.4
2007	12013.2	0.0306	368.0	-327.4
2008	12643.0	0.0260	328.1	0.7

TASA DE RECUPERACION 18

**EVALUACION ECONOMICA**  
**OBTENCION DE LOS BENEFICIOS PRODUCTO DEL FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO CAMINO**  
**ESTIMACION DE AHORROS POR MENOR TIEMPO DE RECORRIDO RED. EN COSTOS DE OPERACION**

**INGRESOS**  
**TOTAL**  
**BENEFICIOS**

ANO	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1987	0.9	1.7	2.0	108.3	212.6	0	8.3	9.8	37.4	1361.0	457.9	1318.1	3513.0
1988	0.9	1.7	2.0	113.7	519.2	0	8.7	9.8	39.3	1429.1	480.8	1384.0	3984.6
1989	0.9	1.7	2.0	119.4	545.2	0	9.1	10.3	41.2	1500.5	504.9	1453.2	4193.9
1990	0.9	1.7	2.0	125.4	572.5	0	9.6	10.8	43.3	1575.6	530.1	1525.9	4393.0
1991	0.9	1.7	2.0	131.7	601.1	0	10.0	11.4	45.4	1654.4	556.6	1602.2	4612.7
1992	0.9	1.7	2.0	138.2	631.1	0	10.5	11.9	47.7	1737.1	584.4	1682.3	4843.3
1993	0.9	1.7	2.0	145.2	662.7	0	11.1	12.5	50.1	1823.9	613.7	1766.4	5085.5
1994	0.9	1.7	2.0	152.4	695.8	0	11.6	13.1	52.6	1915.1	644.3	1854.7	5339.8
1995	0.9	1.7	2.0	160.0	730.6	0	12.2	13.8	55.2	2010.9	676.6	1947.4	5606.8
1996	0.9	1.7	2.0	168.0	767.1	0	12.8	14.5	58.0	2111.4	710.4	2044.8	5887.1
1997	0.9	1.7	2.0	176.4	805.5	0	13.4	15.2	60.9	2217.0	745.9	2147.1	6181.5
1998	0.9	1.7	2.0	185.3	845.8	0	14.1	16.0	63.9	2327.8	783.2	2254.4	6490.5
1999	0.9	1.7	2.0	194.5	888.1	0	14.8	16.8	67.1	2444.2	822.4	2387.1	6815.1
2000	0.9	1.7	2.0	204.2	932.5	0	15.6	17.6	70.5	2566.4	863.5	2485.5	7155.8
2001	0.9	1.7	2.0	214.5	979.1	0	16.3	18.5	74.0	2694.8	906.7	2609.8	7513.6
2002	0.9	1.7	2.0	225.2	1028.0	0	17.2	19.4	77.7	2829.5	952.0	2740.3	7889.3
2003	0.9	1.7	2.0	236.4	1079.4	0	18.0	20.4	81.6	2971.0	999.6	2877.3	8283.7
2004	0.9	1.7	2.0	248.3	1133.4	0	18.9	21.4	85.7	3119.5	1049.6	3021.1	8697.9
2005	0.9	1.7	2.0	260.7	1190.1	0	19.9	22.5	90.0	3275.5	1102.0	3172.2	9132.8
2006	0.9	1.7	2.0	273.7	1249.6	0	20.9	23.6	94.5	3439.3	1157.1	3330.8	9589.5
2007	0.9	1.7	2.0	287.4	1312.1	0	21.9	24.8	99.2	3611.2	1215.0	3497.3	10068.9
2008	0.9	1.7	2.0	301.8	1377.7	0	23.0	26.0	104.1	3791.8	1276.7	3672.2	10572.4

	A	B	C
Ingreso horario de pasajeros \$/hr	300	300	
Ingreso horario de conductores \$/hr	550		
Promedio de ocupantes	1.8	23	2
Personas de negocios	0.3	0.3	1
Costo de operacion plano-lom. suave \$	7668	28059	27938
Costo de operacion montaña \$	11189	52326	76486
EMPLANDO PRECIOS DE CUENTA			

EVALUACION ECONOMICA  
CALCULO DEL INDICE DE RENTABILIDAD  
EMPLEANDO PRECIOS DE CUENTA

AÑO	BENEFICIOS		COSTOS		
	TOTALES	ACTUALIZADOS	TOTALES	ACTUALIZADOS	
1987	0.0	0.0	4713.1	4208.1	1
1988	0.0	0.0	18852.5	15029.1	2
1989	4183.9	2978.0	897.7	639.0	3
1990	4393.0	2791.9	455.9	289.7	4
1991	4612.7	2617.4	455.9	258.7	5
1992	4843.3	2453.8	455.9	231.0	6
1993	5085.5	2300.4	857.1	387.7	7
1994	5339.8	2156.6	455.9	184.1	8
1995	5606.8	2021.9	455.9	164.4	9
1996	5887.1	1895.5	455.9	146.8	10
1997	6181.5	1777.0	2703.4	777.2	11
1998	6490.5	1666.0	455.9	117.0	12
1999	6815.1	1561.8	455.9	104.5	13
2000	7155.8	1464.2	455.9	93.3	14
2001	7513.6	1372.7	857.1	156.6	15
2002	7889.3	1286.9	455.9	74.4	16
2003	8283.7	1206.5	455.9	66.4	17
2004	8697.9	1131.1	455.9	59.3	18
2005	9132.8	1060.4	7044.3	817.9	19
2006	9589.5	994.1	455.9	47.3	20
2007	10066.9	932.0	455.9	42.2	21
2008	10572.4	873.7	455.9	37.7	22
<b>SUMAS</b>		<b>34541.8</b>		<b>23932.2</b>	
<b>INDICE DE RENTABILIDAD</b>		<b>1.44</b>			



EVALUACION ECONOMICA  
 CALCULO DE LA TASA DE RECUPERACION

ANO	BENEFICIO	FACTOR	SALDO	BALANCE
	0	1	0	0
1987	-4713.1	0.8440	-3978.0	-3978.0
1988	-18852.5	0.7124	-13430.1	-17408.0
1989	3286.1	0.6013	1975.8	-15432.2
1990	3937.1	0.5075	1998.0	-13434.2
1991	4156.8	0.4283	1780.5	-11653.7
1992	4387.4	0.3615	1586.1	-10067.6
1993	4228.4	0.3051	1290.2	-8777.4
1994	4883.9	0.2575	1257.8	-7519.6
1995	5150.9	0.2174	1119.6	-6400.0
1996	5431.2	0.1835	996.4	-5403.6
1997	3478.1	0.1548	538.6	-4865.0
1998	6034.6	0.1307	788.7	-4076.3
1999	6359.1	0.1103	701.5	-3374.8
2000	6699.9	0.0931	623.8	-2751.0
2001	6656.5	0.0786	523.1	-2227.9
2002	7433.4	0.0663	493.0	-1734.9
2003	7827.8	0.0560	438.2	-1296.7
2004	8242.0	0.0472	389.4	-907.3
2005	2088.6	0.0399	83.3	-824.0
2006	9133.6	0.0337	307.4	-516.6
2007	9613.0	0.0284	273.1	-243.5
2008	10116.5	0.0240	242.6	-0.9

TASA DE RECUPERACION 18.4

EMPLEANDO PRECIOS DE CUENTA

entre Atlacomulco y San Juanico y otro de 44.2 km entre San Juanico y Maravatío.

2. El avance físico hasta el año de 1986 fue de 23 km de terracerías y obras de drenaje, 21 km de subbase y base, 14 km de carpeta de concreto asfáltico sellada y cuatro puentes con longitud de 78 m.

En agosto de 1985 se puso en operación el tramo terminado de 14.7 km de longitud entre Maravatío y el entronque Pomoca.

3. La obra faltante por ejecutar del camino concursado, corresponde a 39 km de terracerías y obras de drenaje, 41 km de subbase y base, 48 km de carpeta sellada, señalamiento y cercado y dos puentes, con longitud de 130m.

Para el correcto funcionamiento del camino como vía rápida se ha propuesto la construcción del libramiento Maravatío, con longitud de 6 km de terracerías, drenaje, pavimento, cercado, señalamiento y tres puentes con longitud total de 72 m.

Se requieren obras adicionales al concurso para la posible operación como camino de cuota, como son: casetas de cobro, pasos a desnivel y señalamiento especializado.

4. El costo de las obras se presenta resumido en las hojas del anexo 1, con las cantidades pagadas anualmente y las faltantes por pagar, actualizadas hasta el 29 de enero de 1987. A continuación se anotan sólo las cantidades básicas que incluyen el I. V. A.:

i) Costo de la obra concursada más 44% de obras adicionales:

Importe de la obra concursada	\$417'655 435.78
De la obra fuera de concurso o proyecto	<u>\$183'848 607.98</u>
Importe total de la obra real en P.U. de concurso	\$601'505 043.35

Pagado hasta estimación 1986	\$177'314 977.00
Obra faltante por pagar y realizar	\$424'190 046.36
ii) Aplicando factores de actualización autorizados para obra ejecutada hasta el 29 de enero de 1987, se tiene:	
Importe con precios unitarios de concurso	\$601'505 043.35
Importe actualizado con factor 18.2939	\$11 003'890 506.11
	-----
Importe total actual de la obra	\$11 605'395 549.46
Cantidad contratada	\$795'000 000.00
Cantidad faltante de contratar en el tramo	\$10 810'395 549.46

iii) En las cantidades anteriores no se incluyen los costos correspondientes a puentes.

Se desconocen los volúmenes y cantidades físicas de las modificaciones al proyecto original, contando con los datos del concurso exclusivamente, por ello podría suponerse que la obra faltante por pagar es semejante al importe de la obra concursada.

Con objeto de definir el costo de la obra faltante, para terminar el camino Atlacomulco-Maravatío, se presentan a continuación las alternativas que pueden considerarse aceptables para la conclusión de la obra concursada, así como, las obras adicionales para que opere como camino de cuota.

De acuerdo a investigaciones realizadas y bajo la luz de la consulta en la dependencia Dirección General de Carreteras Federales, se presenta el siguiente cuadro-resumen para costos de terracerías, obras de drenaje, pavimentación, señalamiento y puentes, al mes de noviembre de 1986:

Obra	Importe con IVA
Tramo	
San Juanico-Maravatio (21 km)	6 800'
San Juanico-Atlacomulco (18 km)	<u>6 200'</u>
Subtotal	13 000'
Libramiento Maravatio (6 km)	2 000'
O. adicionales p/camino de cuota	<u>3 000'</u>
	<u>18 000'</u>

Siguiendo con la política de mantener actualizados los costos del camino Atlacomulco-Maravatio al mes de junio de 1987 para su análisis se llegó a lo siguiente:

A precios de junio de 1987 se actualizó mediante las escalatorias, convirtiéndose de 18 000' a 30 135' al aplicar los factores de escalación de noviembre de 1986 a junio de 1987. Se pretende iniciar el programa de obra a partir de octubre de 1987.

En el Anexo 2 se observa la actualización de costos mediante la aplicación de precios vigentes en noviembre de 1986, observándose un monto total incluyendo IVA de 10 238'626 254 sin considerar el libramiento y las obras adicionales, representa un valor menor al de la DGCF (13 000'), sin embargo, se optará por emplear el monto a junio de 1987 actualizado tomando los 13 000' de la DGCF para noviembre de 1986, en los análisis posteriores.

#### 4.4 ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO PROPUESTOS

Como resultado de la búsqueda de soluciones a la problemática ya descrita, se han identificado dos esquemas alternativos de financiamiento:

i) Concesionar a grupos privados la construcción y operación de las

carreteras de cuota.

ii) Constituir fideicomisos privados para concesionarles la construcción de obras de cuota, bajo la supervisión de la SCT y dejar la operación, conservación y administración del camino al organismo Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CPFISC).

#### 4.4.1 CONCESIONAR A GRUPOS PRIVADOS LA CONSTRUCCION Y OPERACION DE LAS CARRETERAS DE CUOTA

El esquema consiste en que el Gobierno Federal, a través de la SCT, convoque a concurso para concesionar la construcción y posterior operación de caminos de cuota a empresas privadas. La empresa ganadora contaría, una vez terminada la obra, con un período de 20 a 30 años, dependiendo del caso, para operar la carretera y recuperar su inversión. Al término del período, el camino pasaría a ser propiedad del Gobierno Federal.

Desde el punto de vista jurídico, el esquema de concesiones es factible, de acuerdo a lo siguiente:

i) Que sea una empresa mexicana con cláusulas de exclusión de extranjeros.

ii) Que sus acciones sean nominativas.

iii) Acreditar capacidad, elementos técnicos y financieros para construir y explotar el camino.

iv) Presentar el proyecto, planos de identificación y demás elementos que se estimen necesarios para la construcción del camino.

v) Los plazos en que hayan de principiarse las obras.

vi) Las condiciones para el establecimiento y uso de los caminos,

en lo que fuere necesario, para dejar a salvo los derechos adquiridos en el interés público.

Sin embargo, es posible identificar una serie de desventajas, de las cuales destacan las siguientes:

i) Desde el punto de vista político, la concesión a particulares puede ser vulnerable, pues puede ser atacada como un ejemplo de privatización a ultranza, en una área de importancia estratégica como el transporte.

ii) Financieramente, es probable que las sociedades privadas encuentren dificultades para conseguir los recursos necesarios a costos financieros bajos, sobre todo por los riesgos implícitos de la recuperación de la inversión.

iii) Existe incertidumbre en cuanto a las variables decisivas para el rendimiento financiero del proyecto, como el tránsito, las cuotas y el costo de construcción y operación de la obra; ante ello podrían surgir problemas de estrangulamiento financiero por parte de los concesionarios, debiendo presentarse la intervención del Gobierno para mantener la obra en servicio a costos muy altos.

Por lo anterior se considera que la alternativa de concesionar la construcción y operación de carreteras al sector privado, aunque jurídicamente factible, se presenta inoportuna desde el punto de vista político y funcionalmente rodeada de grandes riesgos que los concesionarios difícilmente asumirían.

#### 4.4.2 CONSTITUCION DE FIDEICOMISOS PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS DE CUOTA.

A últimas fechas se ha pensado en la posibilidad de concesionar al sector privado la construcción y operación de caminos de cuota

de acuerdo al siguiente esquema :

Se constituiría un fideicomiso en el cual la SCT determinaría el tramo que se debe construir, definiendo las características del proyecto, además de las especificaciones, debiendo otorgarse a Banobras, SNC, la concesión de fiduciario del fideicomiso privado para la construcción y operación de la carretera, siempre bajo la supervisión de la SCT.

Establecidos los lineamientos bajo los cuales se combinarían los recursos de inversión para el proyecto, así como los compromisos financieros adicionales que fuesen necesarios para llevarlo a cabo, sería conveniente convocar al concurso correspondiente, para adjudicar el contrato a la constructora o constructoras ganadoras. Al concluirse la construcción de la carretera, ésta se entregaría a CPFISC para su operación, conservación y mantenimiento, así como su administración. Los ingresos generados serían entregados por dicho organismo al fideicomiso para el pago de los compromisos contraídos, al cabo de los cuales, la obra pasaría a ser propiedad de la Nación y quedaría liquidado el fideicomiso.

El caso de la carretera que actualmente opera entre Maravatio y Atlacomulco, presenta un tramo conflictivo, debido a que atraviesa por la zona montañosa difícil de El Oro y la Sierra de Tlapujahua, presentándose velocidades bajas, que influyen en la eficiencia operativa del tramo, representando un alto valor en tiempo y costos de operación. El nuevo trazo propuesto, es mucho más favorable, pues atraviesa por terreno plano y de lomerío, que ofrece mejores condiciones de traslado y seguridad para el alto volumen de vehículos que transitan por esta vía de México a Morelia.

Es factible el funcionamiento como camino de cuota, ya que existe la vía alterna y le da la susceptibilidad de construirse bajo el esquema del fideicomiso descrito.

La participación de los fideicomitentes se llevaría a cabo de acuerdo a lo siguiente:

- Contratistas: 25% del total. Contra estimaciones por trabajos realizados se les pagará el 75% y el 25% restante se contabilizará como aportación de capital. Su recuperación será en términos reales, es decir, se aplicará una tasa equivalente al costo porcentual promedio (CPP).

- Gobierno del Estado de Michoacán: 25% del total, además, conseguir los terrenos que formarán el derecho de vía; su recuperación también será en términos reales.

- Banobras: el 50% restante. Para Banobras la recuperación será en un 10% superior al CPP, por ser una institución de crédito.

Este esquema también implica algunos riesgos, como los ya citados en la incertidumbre de poder garantizar el cumplimiento de los niveles de costos de construcción, tránsito y cuotas previstas.

Sin embargo, estos riesgos pueden reducirse al aumentar la rapidez de la ejecución de la obra, al mantener una política de actualización oportuna de las cuotas y tener un estricto control de los costos. En consecuencia el esquema propuesto para la construcción de obras de cuota mediante la figura del fideicomiso privado, aparece como una opción concreta y viable en apoyo al desarrollo del Sistema Nacional de Carreteras.

#### 4.5 ANALISIS FINANCIERO DE PROYECTO

Para realizar el análisis financiero será necesario identificar



las siguientes variables básicas:

- i) El volumen de tránsito que circulará por la carretera;
- ii) Los niveles de las cuotas autorizadas;
- iii) El costo de la obra.

Adicionalmente, es necesario precisar los montos de participación de los inversionistas, así como las tasas de interés ofrecidas a cada uno de ellos y las condiciones de financiamiento en cuanto a los periodos de gracia y amortización de los créditos (ver cuadro anexo).

i) En lo que respecta al volumen de tránsito, se estima que la carretera nueva podrá capturar el tránsito que actualmente circula de México a Morelia y puntos cercanos, así como aquel que utiliza la autopista México-Querétaro para acudir a sitios como Acámbaro, Moreleón, Yuriria y sitios cercanos.

Bajo la consulta de los datos viales de 1987 y los estudios de origen-destino, realizados en puntos en la zona, se estima que el tránsito promedio anual de la carretera podrá ser de 3500 vehículos, con una composición de 67% automóviles, 11% autobuses y 22% camiones. Del total de camiones se estima que circularán 47% de camiones de dos ejes (C2), 23% de tres ejes (C3), 2% de cuatro ejes (T2-S2) y 28% de cinco ejes (T3-S2).

ii) En lo que se refiere a las cuotas, se utilizaron las autorizadas a CPFISC a partir de junio de 1987. Del análisis efectuado se obtuvieron las siguientes cuotas estimadas: \$2000 para automóviles \$4100 para autobuses y \$5900 para los camiones.

Respecto a los intereses, debe señalarse que la carga financiera que deben soportar los fideicomisos en sus primeros años de

operación, sobre todo en los períodos de construcción y de maduración de las autopistas de cuota, es en todos los casos muy grande y afectan seriamente su solvencia financiera.

De los análisis de flujos de ingresos y egresos se advierte la necesidad de reducir en esos primeros años los cargos que por pago de intereses deben retribuirse a los inversionistas.

Desde el punto de vista de los contratistas y debido a los momentos difíciles que vive la industria de la construcción, los fideicomisos pueden presentarles numerosas ventajas, pues en la actualidad se les presentan problemas graves como los siguientes:

-Elevados gastos administrativos, para conservar en operación sus empresas o, en su caso, la descapitalización o el remate de algunos de sus equipos, muchas veces hasta al 30% del valor de los mismos, lo cual reporta un alto costo para las empresas.

-Los contratistas reducen sus precios unitarios entre un 15% y un 25% de su valor real a fin de ganar la obra y atenuar sus cargos fijos.

-El fideicomiso, al ofrecer el pago inmediato de sus estimaciones, significa una ganancia para el contratista del 15% al 30%, dependiendo si el cobro se efectúa entre 2 y 4 meses después, que es lo que ocurre con frecuencia.

-La plena liquidez del fideicomiso, equilibra los programas de trabajo, sin tiempos muertos, aumentándose los redimientos y en consecuencia la eficiencia, traduciéndose en ahorros o utilidades no menores del 10%.

Es por ello que no se ofrece en los primeros años de incertidumbre y bajos ingresos intereses arriba del CPP o valor

real del dinero, lo cual reduce la carga financiera y se traduciría en el pago del 25% de aportación, dentro de un menor tiempo.

En el caso de las reducciones de los problemas de los gobiernos estatales, el fideicomiso permite:

- Activar en buena medida sus economías locales y regionales.
- Mayores ingresos.
- Nuevas oportunidades de empleo, directa e indirectamente generadas por nuevas actividades económicas.
- Ahorros muy significativos en los costos de transporte y tiempos de recorrido.

Todo ello representa para las autoridades nuevas fuentes de ingresos.

A Banobras por ser institución de crédito, es necesario ofrecerle a partir del 4o. o 5o. año de operación, una tasa de garantía arriba del CPP, la cual estará en función de los ingresos y liquidez del fideicomiso y se estima en un CPP + 10%.

#### 4.6 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Se efectuaron los siguientes análisis financieros:

- A. Análisis a precios constantes e incremento en el tránsito a razón del 5% anual a lo largo de 20 años de horizonte de estudio (véanse cuadros A1, A2, A3 del al final de este capítulo).
- B. Análisis a precios constantes e incremento moderado del tránsito del 5% anual hasta el año 10 y del 5.5% anual hasta el año 20 (véanse cuadros B1, B2, B3 del al final de este capítulo).
- C. Análisis a precios constantes e incremento del tránsito a razón del 5% hasta el año 5; del 5.5% hasta el año 10 y del 6% hasta el año 20 (véanse cuadros C1, C2, C3).

D. Análisis a precios constantes e incremento del tránsito a razón del 6% en los primeros 5 años, del 5.5% hasta el año 10 y del 5% hasta el año 20 (veáanse cuadros D1, D2, D3).

Dadas las condiciones del proyecto, los análisis técnicos, económicos y financieros, han demostrado que es factible construir la autopista de dos carriles con un trazo diferente a la carretera actual, con un ancho de corona de 12m y ancho de calzada de 7m. El tránsito actual se estima en unos 3500 vehículos diarios y el monto de la inversión a precios de junio de 1987 de \$30 135 millones de pesos (a precios de enero de 1989, el costo estimado es de 57'040).

El lapso de construcción sería de 15 meses, tres de ellos en 1987 con una inversión de \$6 027 millones y los doce restantes en 1988, con una inversión de \$24 108 millones.

También se efectuó un análisis financiero para conocer el tránsito mínimo inicial que se requiere para justificar la construcción de la autopista de dos carriles. El límite para alcanzar la factibilidad financiera, se logra con un tránsito ligeramente superior a los 2000 vehículos diarios, sin embargo, en nuestro caso, la cifra de rentabilidad financiera es cercana a los 2500 vehículos diarios, cifra considerada en buena posibilidad de ser alcanzada.

ANEXOS, CUADROS Y APARTADO 1

ANEXO 1  
 Presupuesto del subsector carretero  
 Tramo Maravatio-Atlaacomulco

TRAMO/CONCEPTO	COSTO DE CONCURSO ENERO 1981 \$ MILLONES	FACTOR DE ACT.	COSTO ACT. JUNIO 1987 \$ MILLONES
<b>SAN JUANICO-MARAVATIO</b>			
Terracerías	116.2	45.9	5331.6
Obras de drenaje	36.3	25.3	918.4
Pavimentación	121.8	37.5	4567.5
Señalmiento	0.0		312.6
Subtotal			11130.1
<b>SAN JUANICO-ATLACOMULCO</b>			
Terracerías	95.0	45.9	4358.9
Obras de drenaje	26.1	25.3	660.3
Pavimentación	102.0	37.5	3825.0
Puentes	0.0		1094.3
Señalmiento	0.0		156.3
Subtotal			10094.8
<b>LIBRAMIENTO MARAVATIO</b>			
Terracerías	26.4	45.9	1211.3
Obras de drenaje	9.9	25.3	250.5
Pavimentación	26.5	37.5	993.8
Puentes	0.0		781.7
Subtotal			3237.2
<b>OBRAS ADICIONALES PARA OPERAR COMO CAMINO DE CUOTA</b>			
Cercado	13.0	25.3	328.9
Caseta y Plataforma	0.0		1734.0
Acceso a desnivel	0.0		3610.0
Subtotal			5672.9
<b>TOTAL</b>			<b>30135.0</b>

ANEXO 2  
 RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA DEL CONCURSO ORIGINAL DEL CAMINO ATLAGOMULCO-MARAVATIO  
 (Actualizado a noviembre de 1986)

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
I	TERRACERIAS				
-	DESMONTE				
1	Desmante	255	ha	141872.1	36177401
-	CORTES				
2	Despalme en corte	40151	m3	483.53	19414415
3	Despalme en terraplen	132000	m3	483.53	63826620
4	Excavaciones	220000	m3	2340.57	514925840
5	Cortes en caja	20000	m3	2145.33	42906500
-	PRESTAMOS				
6	Prestamo lateral	90000	m3	2112.5	190125000
7	Prestamo de banco	296100	m3	1058.11	313306075
8	Prestamo de banco	230600	m3	1058.11	243999935
9	Prestamo de banco	276300	m3	1058.11	292355517
-	TERRAPLENES				
10	Compactacion al 90%	20000	m3	852.8	17056000
11	Compactacion al 95%	31200	m3	871.92	27203998
12	Terraplen con sobreebanco al 90%	541000	m3	852.8	461364800

ANEXO 2  
 RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA DEL CONCURSO ORIGINAL DEL CAMINO ATLACOMULCO-MARAVATIO  
 (Actualizado a noviembre de 1986)

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
13	Terraplen con sobreebanco al 95%	328750	m3	871.92	286644687
14	Terraplen con sobreebanco al 100%	199700	m3	899.26	179582621
15	Terraplen de relleno en corte 100%	43500	m3	370.66	16123536
-	<b>CANALES</b>				
16	Excavaciones p/canales, entrada y salida de drenaje	2600	m3	543.78	1413820
17	Excavaciones p/contracunetas	18000	m3	543.78	9787986
-	<b>ACARREOS</b>				
18	Acarreos m3-estacion, 5 estaciones	73800	m3-est	200.49	14795867
19	Acarreos max. 5 hectometros	241800	m3-hm	340.35	82314374
20	Acarreos más de 5 hectometros	12318600	m3-km	151.67	1868374381
-	<b>SUBTOTAL</b>				4681699373
II	<b>OBRAS DE DRENAJE</b>				
-	<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS</b>				
21	Cualquiera que sea su clasificacion y profundidad	6300	m3	831.65	5239389
22	Rellenos para proteccion de obras de drenaje	3650	m3	13000.44	47451606



## ANEXO 2

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA DEL CONCURSO ORIGINAL DEL CAMINO ATLACOMULCO-MARAVATIO  
(Actualizado a noviembre de 1986)

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
23	Mamposteria de 3a. clase	5200	m3	37815.83	196642316
24	Zampeados de mamposteria de 3a. clase	750	m3	32309.55	24232163
25	Concreto hidraulico, f'c=150 kg/cm2	700	m3	66404.05	46482836
-	ACERO PARA CONCRETO				
26	Varillas de limite elastico fy=2320 kg/cm2	52600	kg	814.85	42861268
-	ALCANTARILLAS DE LAMINA CORRUGADA				
27	De diam.=76cm y calibre no. 12	180	m	79462.5	14303250
28	De diam.=91cm y calibre no.12	120	m	79462.5	9535500
29	De diam.=107cm y calibre no.12	150	m	158925	23838750
-	ALCANTARILLAS TUBULARES				
30	De concreto, de diam.=60cm	90	m	130061.7	11705554
31	De concreto, de diam.=90cm	300	m	129891.2	38967364
32	De asbesto, de diam.=90cm	24	m	942500	22620000
-	SUBDRENES				
33	Excavación de los subdrenes	4620	m3	731.85	3381138
34	Materiales de filtro	3780	m3	67515.5	255208590

## ANEXO 2

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA DEL CONCURSO ORIGINAL DEL CAMINO ATLACOMULCO-MARAVATIO  
(Actualizado a noviembre de 1986)

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
35	Tubos perf. de concr., diam.=15cm	4200	m	3304.6	13879320
36	Pozos de visita para subdrenes	42	pza	1218620	51182040
-	SUBTOTAL				807531084
III	CERCAS				
37	Cercado con postes de concreto y cuatro hilos de alambre	126000	m	2250.04	283505040
-	SUBTOTAL				283505040
IV	TRABAJOS DIVERSOS				
38	Bordillos de concreto asfaltico	127200	m	1295.41	164776279
39	Recubrimientos de cunetas, f'c=100kg/cm2	2305	m3	49035.69	113027262
40	Proteccion de contracunetas con suelo-cemento	4860	m3	9823.32	47741335
41	Lavaderos de concreto, f'c=100kg/cm2	1037	m3	46229.3	47939784
	SUBTOTAL				373484660
V	PAVIMENTACION				

## ANEXO 2

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA DEL CONCURSO ORIGINAL DEL CAMINO ATLACOMOLCO-MARAVATIO  
(Actualizado a noviembre de 1986)

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
-	MATERIALES ASFALTICOS				
42	Asfalto FM1 en riego de impregnacion	1127400	lt	163.29	184096528
43	Asfalto FR3 en riego de liga	253650	lt	163.29	41419270
44	Asfalto FR3 en riego de sello	966320	lt	163.29	157793292
45	Concreto asfaltico no. 6	4651750	kg	17.82	82908141
46	Aditivo para asfalto rebajado	20940	lt	2065.47	43250858
47	Aditivo para mezclas asfalticas en caliente	46520	lt	247.48	11512816
-	ESTABILIZACIONES				
48	Base del banco no. 1 (km 6+000)	72500	m3	3337.95	242001013
49	Base del banco no. 2 (km 11+200)	19400	m3	3337.95	64756113
50	Base del banco no. 3 (km 29+000)	56300	m3	3337.95	187926304
51	Base del banco no. 4 (km 29+000)	8940	m3	3337.95	29841228
52	Cemento portland tipo 1 para estabilizaciones	9875700	kg	90.18	890600502
-	RIEGO DE IMPREGANCION				
53	Barrido de la superficie por tratar	77	ha	317613.2	24456221

ANEXO 2  
 RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA DEL CONCURSO ORIGINAL DEL CAMINO ATLACOMULCO-MARAVATIO  
 (Actualizado a noviembre de 1986)

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
-	CARPETAS				
54	De concreto asfaltico, del banco no. 1	21520	m3	6592.28	141865867
55	De concreto asfaltico, del banco no. 3	15720	m3	8080.23	127021146
-	RIEGO DE SELLO				
56	De material petreo 3E del banco no.1	4410	m3	7192.24	31717765
57	De material petreo 3E del banco no.3	3220	m3	7192.24	23159002
-	ACARREOS DE MATERIALES				
58	Volumen acarreado para base estabilizada	1431100	m3-km	247.48	354170059
59	Volumen acarreado para riego de sello	74010	m3-km	247.48	18316069
60	Volumen acarreado para mezclas asfalticas	361500	m3-km	247.48	89464382
-	SUBTOTAL				2746276576
VI	SEALAMIENTO				
61	Fantasmas de concreto	3465	pza	3029.38	10496792
62	Postes de kilometraje y no. de carretera	45	pza	3029.4	136323
-	SUBTOTAL				10633115

## RESUMEN DE LOS CONCEPTOS PRINCIPALES

## Concepto

I	Terracerias	4681699372
II	Obras de drenaje	807531082
III	Cercas	283505040
IV	Trabajos diversos	373484660
V	Pavimentacion	2746276595
VI	Se~alamiento	10656515
	TOTAL	8903153264
	IVA 15%	1335472990
		10238626254

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

CARRETERA: ATLACOMULCO-MARAVATIO  
CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO

PARTICIPANTE	APORTACION	TASA ANUAL	PERIODO DE	
			GRACIA	AMORTIZACION
GOBIERNO ESTATAL	25%	0%	5	15
E. CONSTRUCTORAS	25%	0%	3	17
BANOBAS	50%	10%	3	17

Nota: Para pago de intereses durante la construcción, será necesario contratar un crédito puente de mediano plazo al 10% y de interés, con período de gracia de 3 años y de amortización de 5 años.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

CARRETERA: ATLACOMULCO-MARAVATIO  
ESTIMACION DE INGRESOS A PRECIOS CONSTANTES  
MILLONES DE PESOS, JUNIO 1987 CUADRO A. 1

AÑO	VEHICULOS				INGRESOS			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1987	2345	385	770	3500	1712	576	1658	3946
1988	2462	404	809	3675	1798	605	1741	4143
1989	2585	424	849	3859	1887	635	1828	4350
1990	2715	446	891	4052	1982	667	1919	4568
1991	2850	468	936	4254	2081	700	2015	4796
1992	2993	491	983	4467	2185	735	2116	5036
1993	3143	516	1032	4690	2294	772	2222	5288
1994	3300	542	1083	4925	2409	810	2333	5552
1995	3465	569	1138	5171	2529	851	2450	5830
1996	3638	597	1195	5430	2656	894	2572	6122
1997	3820	627	1254	5701	2789	938	2701	6428
1998	4011	658	1317	5986	2928	985	2836	6749
1999	4211	691	1383	6285	3075	1034	2978	7086
2000	4422	726	1452	6600	3228	1086	3126	7441
2001	4643	762	1525	6930	3390	1140	3283	7813
2002	4875	800	1601	7276	3559	1197	3447	8203
2003	5119	840	1681	7640	3737	1257	3619	8614
2004	5375	882	1765	8022	3924	1320	3800	9044
2005	5644	927	1853	8423	4120	1386	3990	9497
2006	5926	973	1946	8844	4326	1456	4190	9971
2007	6222	1022	2043	9287	4542	1528	4399	10470
2008	6533	1073	2145	9751	4770	1605	4619	10993

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PRUEBAS DE SENSIBILIDAD DE LA FACTIBILIDAD FINANCIERA  
CARRETERA ATLACOMULCO-NARANJATO  
CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS

CUADRO A.2

FUENTES	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>GOBIERNO ESTATAL</b>	1507	6026																				
<b>PRESTAMO LARGO PLAZO</b>	4520	18091																				
Banobras	3013	12055																				
Constructores	1507	6026																				
<b>INGRESOS</b>			4350	4568	4797	5037	5288	5552	5832	6122	6427	6749	7086	7441	7813	8204	8614	9045	9497	9973	10471	10994
<b>SALDO A O ANTERIOR</b>				49	66	73	20	71	43	65	139	9	1741	8244	15102	21819	29440	37471	45933	46422	55912	65700
<b>PRESTAMO A MEDIANO PLAZO</b>	862	1594																				
<b>TOTAL DE FUENTES</b>	6889	25701	4350	4617	4863	5110	5308	5623	5875	6187	6566	6758	6927	15485	22915	30023	38054	46516	55430	56395	64283	74494
<b>USOS</b>	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>CONSTRUCCION DE OBRAS</b>	6027	24108																				
<b>SERVICIO DE DEUDA LARGO PLAZO</b>	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1297	927	497												
Banobras	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1297	927	497												
Constructores	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1297	927	497												
<b>SERVICIO DE DEUDA A MEDIANO PLAZO</b>	86	246	106																			
<b>GASTOS DE OPERACION</b>	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
<b>GASTOS DE CONSERVACION</b>	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547
<b>GASTOS DE RECONSTRUCCION</b>							513			2309					513				7860			
Riego de sello							513								513							
Sobrecarpeta										2309												
Reconstruccion mayor																			7860			
<b>MAQUINARIA PARA CONSERVACION</b>			565								565									565		
<b>TOTAL DE USOS</b>	6889	25701	2901	2194	2090	2090	2603	1890	1510	1080	3457	593	593	593	1096	593	593	593	9008	593	593	593
<b>DISPONIBILIDAD BRUTA</b>			1449	2421	2773	3020	2705	3743	4365	5107	3109	6175	8244	15192	21819	29440	37471	45933	46422	55812	65700	76111
<b>AMORTIZACIONES</b>			1400	2355	2700	3000	2634	3700	4300	4949	3100	4434										
Deuda de mediano plazo			1400	1055																		
A constructores				1300	2700	3000		514														
A Banobras								2100	3700	4300	4949											
A Gobierno Estatal											3100	4434										
<b>SALDO AL A O SIGUIENTE</b>			49	66	73	20	71	43	65	139	9	1741	8244	15102	21819	29440	37471	45933	46422	55812	65700	76111

(PRECIOS CONSTANTES, MILLONES DE PESOS DE JUNIO DE 1987)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CARRETERA ATLACOMULCO-MARAVATIO  
 ANALISIS DE SOLVENCIA  
 (MILLONES DE PESOS)

CUADRO A. 3

ANO	CAJA	DEUDAS DE MEDIANO Y LARGO PLAZOS			COEFICIENTE DE LIQUIDEZ
		AMORTIZACION	INTERES	TOTAL	
1987	0	0	862	862	0.00
1988	0	0	1593	1593	0.00
1989	1449	1400	1753	3153	0.46
1990	2421	2355	1613	3968	0.61
1991	2773	2700	1507	4207	0.66
1992	3020	3000	1507	4507	0.67
1993	2705	2634	1507	4141	0.65
1994	3743	3700	1297	4997	0.75
1995	4365	4300	927	5227	0.84
1996	5107	4968	497	5465	0.93
1997	3109	3100	0	3100	1.00
1998	6175	4334	0	4334	1.42
1999	8244				N. C.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

CARRETERA: ATLACOMULCO-MARAVATIO  
ESTIMACION DE INGRESOS A PRECIOS CONSTANTES  
MILLONES DE PESOS, JUNIO 1987 CUADRO B. 1

AÑO	VEHICULOS				INGRESOS			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1987	2345	385	770	3500	1712	576	1658	3946
1988	2462	404	809	3675	1798	605	1741	4143
1989	2585	424	849	3859	1887	635	1828	4350
1990	2715	446	891	4052	1982	667	1919	4568
1991	2850	468	936	4254	2081	700	2015	4796
1992	2993	491	983	4467	2185	735	2116	5036
1993	3143	516	1032	4690	2294	772	2222	5288
1994	3300	542	1083	4925	2409	810	2333	5552
1995	3465	569	1138	5171	2529	851	2450	5830
1996	3638	597	1195	5430	2656	894	2572	6122
1997	3820	627	1254	5701	2789	938	2701	6428
1998	4011	658	1317	5986	2928	985	2836	6749
1999	4251	698	1396	6345	3104	1044	3006	7154
2000	4506	740	1480	6726	3290	1107	3186	7583
2001	4777	784	1569	7130	3487	1173	3377	8038
2002	5063	831	1663	7557	3697	1244	3580	8520
2003	5367	881	1762	8011	3918	1318	3795	9032
2004	5689	934	1868	8492	4154	1397	4023	9574
2005	6031	990	1980	9001	4403	1481	4264	10148
2006	6393	1050	2099	9541	4667	1570	4520	10757
2007	6776	1112	2225	10114	4947	1664	4791	11402
2008	7183	1179	2358	10720	5244	1764	5078	12086

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PRUEBAS DE SENSIBILIDAD DE LA FACTIBILIDAD FINANCIERA  
CARRETERA ATLACOMULCO-NARAHUATÓ  
CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS

CUADRO B.2

FUENTES	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>GOBIERNO ESTATAL</b>	1507	6026																				
PRESTAMO LARGO PLAZO	4520	18081																				
Banobras	3013	12055																				
Constructores	1507	6026																				
<b>IMPRESOS</b>			4350	4568	4797	5057	5288	5552	5832	6122	6427	6749	7119	7511	7924	8362	8820	9306	9818	10357	10926	11528
SALDO A'O ANTERIOR				49	66	73	20	71	43	65	139	9	1741	8277	15205	22033	29812	38049	46772	47582	57356	67699
PRESTAMO A MEDIANO PLAZO	862	1594																				
<b>TOTAL DE FUENTES</b>	6889	25701	4350	4617	4863	5110	5300	5623	5875	6187	6566	6758	8860	15788	23129	30395	38632	47355	56590	57939	68262	79227
<b>USOS</b>	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>CONSTRUCCION DE OBRAS</b>	4927	24108																				
SERVICIO DE DEUDA LARGO PLAZO	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1297	927	497												
Banobras	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1297	927	497												
Constructores																						
SERVICIO DE DEUDA A MEDIANO PLAZO		86	246	106																		
GASTOS DE OPERACION			36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
GASTOS DE CONSERVACION			547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547
GASTOS DE RECONSTRUCCION							513				2309				513				7850			
Riego de sello							513								513							
Sobrecarpeta											2309											
Reconstruccion mayor																				7860		
<b>MAQUINARIA PARA CONSERVACION</b>			565							565										565		
TOTAL DE USOS	6889	25701	2901	2196	2090	2090	2603	1880	1510	1080	3457	583	593	583	1096	563	583	593	9098	583	583	583
<b>DISPONIBILIDAD BRUTA</b>	1449	2421	2773	3020	2705	3143	4365	5107	3109	6175	8277	15205	22033	29812	38049	46772	47582	57356	67699	78644		
<b>APORTIZACIONES</b>	1400	2355	2700	3000	2634	3700	4300	4959	3100	4434												
Deuda de mediano plazo	1400	1855																				
A constructores			1300	2700	3000	514																
A Banobras						2100	3700	4300	4959	3100	4434											
A1 Gobierno Estatal																						
SALDO AL A'O SIGUIENTE			49	66	73	20	71	43	65	139	9	1741	8277	15205	22033	29812	38049	46772	47582	57356	67699	78644

(PRECIOS CONSTANTES, MILLONES DE PESOS DE JUNIO DE 1987)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CARRETERA ATLACOMULCO-MARAVATIO  
 ANÁLISIS DE SOLVENCIA  
 (MILLONES DE PESOS)

CUADRO B. 3

AÑO	CAJA	DEUDAS DE MEDIANO Y LARGO PLAZOS			COEFICIENTE DE LIQUIDEZ
		AMORTIZACIÓN	INTERES	TOTAL	
1987	0	0	862	862	0.00
1988	0	0	1593	1593	0.00
1989	1449	1400	1753	3153	0.46
1990	2421	2355	1613	3968	0.61
1991	2773	2700	1507	4207	0.66
1992	3020	3000	1507	4507	0.67
1993	2705	2634	1507	4141	0.65
1994	3743	3700	1297	4997	0.75
1995	4365	4300	927	5227	0.84
1996	5107	4968	497	5465	0.93
1997	3109	3100	0	3100	1.00
1998	6175	4434	0	4434	1.39
1999	8277				N. C.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

CARRETERA: ATLACOMULCO-MARAVATIO  
ESTIMACION DE INGRESOS A PRECIOS CONSTANTES  
MILLONES DE PESOS, JUNIO 1987 CUADRO C.1

AÑO	VEHICULOS			TOTAL	INGRESOS			TOTAL
	A	B	C		A	B	C	
1987	2345	385	770	3500	1712	576	1658	3946
1988	2462	404	809	3675	1798	605	1741	4143
1989	2585	424	849	3859	1887	635	1828	4350
1990	2715	446	891	4052	1982	667	1919	4568
1991	2850	468	936	4254	2081	700	2015	4796
1992	2993	491	983	4467	2185	735	2116	5036
1993	3143	516	1032	4690	2294	772	2222	5288
1994	3315	544	1089	4948	2420	814	2344	5579
1995	3498	574	1149	5220	2554	859	2473	5886
1996	3690	606	1212	5508	2694	906	2609	6209
1997	3893	639	1278	5811	2842	956	2753	6551
1998	4107	674	1349	6130	2998	1009	2904	6911
1999	4354	715	1430	6498	3178	1069	3078	7326
2000	4615	758	1515	6888	3369	1134	3263	7765
2001	4892	803	1606	7301	3571	1202	3459	8231
2002	5185	851	1703	7739	3786	1274	3666	8725
2003	5496	902	1805	8203	4013	1350	3886	9249
2004	5826	957	1913	8696	4253	1431	4119	9804
2005	6176	1014	2028	9217	4509	1517	4366	10392
2006	6546	1075	2149	9770	4779	1608	4628	11015
2007	6939	1139	2278	10357	5066	1704	4906	11676
2008	7355	1208	2415	10978	5370	1807	5200	12377

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PRUEBAS DE SENSIBILIDAD DE LA FACTIBILIDAD FINANCIERA  
CARRETERA ATLAQUILCO-MARAVATIO  
CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS

CUADRO C.2

FUENTES	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>GOBIERNO ESTATAL</b>	1507	6026																				
<b>PRESTAMO LARGO PLAZO</b>	4520	18081																				
Banobras	3013	12055																				
Constructores	1507	6026																				
<b>INGRESOS</b>			4350	4568	4797	5037	5288	5580	5887	6211	6551	6913	7327	7768	8235	8727	9250	9807	10392	11017	11679	12300
<b>SALDO AÑO ANTERIOR</b>				49	66	73	20	71	71	48	321	15	2211	8955	15140	23279	31423	40080	49314	50698	61132	72228
<b>PRESTAMO A MEDIANO PLAZO</b>	862	1594																				
<b>TOTAL DE FUENTES</b>	6889	25701	4350	4617	4863	5110	5308	5651	5958	6259	6872	6928	9538	16723	24375	32006	40673	49897	59706	61715	72811	84528
<b>USOS</b>	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>CONSTRUCCION DE OBRAS</b>	6027	24108																				
<b>SERVICIO DE DEUDA LARGO PLAZO</b>	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1297	927	487												
Banobras	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1297	927	487												
Constructores																						
<b>SERVICIO DE DEUDA A MEDIANO PLAZO</b>	86	246	106																			
<b>GASTOS DE OPERACION</b>	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
<b>GASTOS DE CONSERVACION</b>	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547
<b>GASTOS DE RECONSTRUCCION</b>							513				2309				513							
Riego de sello							513				2309				513							
Sobrecarpeta																						
Reconstruccion mayor																						
<b>MAQUINARIA PARA CONSERVACION</b>			565									565								565		
<b>TOTAL DE USOS</b>	6889	25701	2901	2196	2090	2090	2603	1880	1510	1070	3457	583	583	583	1996	583	583	583	9008	583	583	583
<b>DISPONIBILIDAD BRUTA</b>		1449	2421	2773	3020	2705	3771	4448	5189	3415	6345	8955	16140	23279	31423	40080	49314	50698	61132	72228	83945	
<b>AMORTIZACIONES</b>		1400	2355	2700	3000	2634	3700	4400	4938	3400	4134											
Deuda de mediano plazo		1400	1055																			
A constructores			1200	2700	3000	514																
A Banobras						1100	2700	4400	4938													
Al Gobierno Estatal											3400	4134										
<b>SALDO AL AÑO SIGUIENTE</b>			49	66	73	20	71	71	48	321	15	2211	8955	15140	23279	31423	40080	49314	50698	61132	72228	83945

(PRECIOS CONSTANTES, MILLONES DE PESOS DE JUNIO DE 1987)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CARRETERA ATLACOMULCO-MARAVATIO  
 ANALISIS DE SOLVENCIA  
 (MILLONES DE PESOS)

CUADRO C. 3

AÑO	CAJA	DEUDAS DE MEDIANO Y LARGO PLAZOS			COEFICIENTE DE LIQUIDEZ
		AMORTIZACION	INTERES	TOTAL	
1987	0	0	862	862	0.00
1988	0	0	1593	1593	0.00
1989	1449	1400	1753	3153	0.46
1990	2421	2355	1707	4062	0.60
1991	2773	2700	1507	4207	0.66
1992	3020	3000	1507	4507	0.67
1993	2705	2634	1507	4141	0.65
1994	3771	3700	1297	4997	0.75
1995	4448	4400	927	5327	0.83
1996	5189	4868	487	5355	0.97
1997	3415	3400	0	3400	1.00
1998	6345	4134	0	4134	1.53
1999	8955				N. C.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

CARRETERA: ATLACOMULCO-MARAVATIO  
ESTIMACION DE INGRESOS A PRECIOS CONSTANTES  
MILLONES DE PESOS, JUNIO 1987 CUADRO D. 1

AÑO	VEHICULOS				INGRESOS			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1987	2345	385	770	3500	1712	576	1658	3946
1988	2486	408	816	3710	1815	611	1757	4183
1989	2635	433	865	3933	1924	647	1863	4434
1990	2793	459	917	4169	2039	686	1975	4700
1991	2961	486	972	4419	2161	727	2093	4982
1992	3138	515	1030	4684	2291	771	2219	5281
1993	3326	546	1092	4965	2429	817	2352	5597
1994	3509	576	1152	5238	2562	862	2481	5905
1995	3702	608	1216	5526	2703	909	2618	6230
1996	3906	641	1283	5830	2852	959	2762	6573
1997	4121	677	1353	6151	3008	1012	2914	6934
1998	4348	714	1428	6489	3174	1068	3074	7316
1999	4565	749	1499	6813	3333	1121	3228	7681
2000	4793	787	1574	7154	3499	1177	3389	8066
2001	5033	826	1653	7512	3674	1236	3558	8469
2002	5284	868	1735	7887	3858	1298	3736	8892
2003	5549	911	1822	8282	4051	1363	3923	9337
2004	5826	957	1913	8696	4253	1431	4119	9804
2005	6117	1004	2009	9130	4466	1503	4325	10294
2006	6423	1055	2109	9587	4689	1578	4541	10809
2007	6744	1107	2215	10066	4924	1657	4769	11349
2008	7082	1163	2325	10570	5170	1739	5007	11916



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PRUEBAS DE SENSIBILIDAD DE LA FACTIBILIDAD FINANCIERA  
CARRETERA ATLACMALCO-NAHUATLÁN  
CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS

CUADRO D.2

FUENTES	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
<b>GOBIERNO ESTATAL</b>	1507	6026																					
<b>PRESTAMO LARGO PLAZO</b>	4520	18081																					
Banobras	3013	12055																					
Constructores	1507	6026																					
<b>INGRESOS</b>			4435	4701	4982	5220	5597	5905	6229	6571	6934	7315	7680	8064	8469	8892	9335	9801	10293	10807	11349	11914	
<b>SALDO AÑO ANTERIOR</b>				34	94	86	142	36	61	20	43	20	5418	12515	19996	27369	35678	44430	53648	54933	65157	75923	
<b>PRESTAMO A MEDIANO PLAZO</b>	662	1594																					
<b>TOTAL DE FUENTES</b>	6889	25701	4435	4735	5076	5366	5739	5941	6290	6591	6977	7335	13098	20579	28465	36261	45013	54231	63941	65740	76506	87837	
<b>USOS</b>	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
<b>CONSTRUCCION DE OBRAS</b>	6027	24108																					
<b>SERVICIO DE DEUDA LARGO PLAZO</b>	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1197	787	297													
Banobras	862	1507	1507	1507	1507	1507	1507	1197	787	297													
Constructores																							
<b>SERVICIO DE DEUDA A MEDIANO PLAZO</b>		86	246	96																			
<b>GASTOS DE OPERACION</b>		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
<b>GASTOS DE CONSERVACION</b>		547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	
<b>GASTOS DE RECONSTRUCCION</b>							513				2309				513					7860			
Riego de sello							513								513								
Sobrecarga																							
Reconstrucción mayor																					7860		
<b>MAQUINARIA PARA CONSERVACION</b>			565							565													
<b>TOTAL DE USOS</b>	6889	25701	2901	2186	2090	2090	2603	1780	1370	890	3457	593	593	593	1096	593	593	593	9008	593	593	593	
<b>DISPONIBILIDAD BRUTA</b>			1534	2549	2986	3276	3136	4161	4920	5711	3520	6752	12515	19996	27369	35678	44430	53648	54933	65157	75923	87254	
<b>AMORTIZACIONES</b>			1500	2455	2900	3134	3100	4100	4900	5668	3500	1334											
<b>Deuda de mediano plazo</b>			1500	955																			
A constructores			1500	2900	3134																		
A Banobras							3100	4100	4900	2968													
A1 Gobierno Estatal										2700	3500	1334											
<b>SALDO AL AÑO SIGUIENTE</b>			34	94	86	142	36	61	20	43	20	5418	12515	19996	27369	35678	44430	53648	54933	65157	75923	87254	

(PRECIOS CONSTANTES, MILLONES DE PESOS DE JUNIO DE 1987)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CARRETERA ATLACOMULCO-MARAVATIO  
 ANALISIS DE SOLVENCIA  
 (MILLONES DE PESOS)

CUADRO D. 3

AÑO	CAJA	DEUDAS DE MEDIANO Y LARGO PLAZOS			COEFICIENTE DE LIQUIDEZ
		AMORTIZACION	INTERES	TOTAL	
1987	0	0	862	862	0.00
1988	0	0	1593	1593	0.00
1989	1534	1400	1753	3153	0.49
1990	2549	2355	1603	3958	0.64
1991	2986	2700	1507	4207	0.71
1992	3276	3000	1507	4507	0.73
1993	3136	2634	1507	4141	0.76
1994	4161	3700	1297	4997	0.83
1995	4920	4300	927	5227	0.94
1996	5711	4968	497	5465	1.05
1997	3520	3100	0	3100	1.14
1998	6752	4334	0	4334	1.56
1999	12515				N. C.

## APARTADO 1

## LOS PRECIOS DE CUENTA EN LA EVALUACION ECONOMICA DE PROYECTOS

Un precio de cuenta es aquel que se calcula teniendo presentes ciertos objetivos, como la maximización del crecimiento económico, el mejoramiento de la posición de la balanza de pagos y la promoción de oportunidades de empleo, y que, a la vez sea compatible con las políticas de desarrollo y la dotación de recursos del país. Dado de esta manera, el precio de cuenta de un bien o servicio es una medida del valor real de la contribución de dicho bien a esos objetivos.

En nuestro país, debido a las características oligopolísticas de los mercados, la protección pública a la producción doméstica, los precios subsidiados de los bienes públicos, la legislación sobre salarios mínimos y otras causas, los precios de mercado son indicadores poco fidedignos del valor real de los bienes y servicios.

Ejemplo claro de lo anterior, es el precio de mercado de las divisas, ya que este se sitúa en un nivel inferior a su valor real, debido a la intervención del gobierno en la fijación del tipo de cambio, en los controles que se imponen a las importaciones y a los impuestos con que se gravan las operaciones comerciales.

Como consecuencia de esta situación, se producen distorsiones en los precios de mercado de todos los bienes que intervienen directamente en el comercio internacional y en todos los bienes producidos en el país para cuya elaboración sea necesario adquirir insumos.

Otro ejemplo en el que se ve claro el efecto de las

distorsiones, son los salarios. Factores tales como la legislación laboral y las negociaciones sindicales conducen a menudo a una estructura salarial que no se ajusta exactamente al verdadero costo de la mano de obra.

Estos precios sombra, como a menudo se les llama literalmente, se eligen para reflejar los costos reales de los insumos para la sociedad y los beneficios reales de la producción, de manera más adecuada que como los reflejan los precios de mercado.

Un aspecto importante en el cálculo de los precios de cuenta, es el hecho que las oportunidades que el comercio internacional ofrece a un país, constituyen la base para calcular el valor económico, tanto de su producción interna como de los sectores productivos de la economía nacional. Esto no significa, sin embargo, que el sistema de precios de cuenta esté basado en el concepto de libre comercio, ni tampoco que los precios de los bienes y servicios que se comercian internacionalmente estén libres de distorsiones. Únicamente este criterio se refiere a que las oportunidades de comprar o vender mercancías que ofrece el comercio internacional al país, deben tenerse en cuenta en la política de inversión pública.

De esta manera los verdaderos valores de las importaciones y exportaciones, se convierten en los precios de referencia que deben servir de base para la adopción de decisiones concernientes a la producción interna, ya que una gran proporción de las actividades económicas internas está vinculada con el comercio internacional.

A continuación se presenta el ejemplo de la obtención del precio de cuenta del insumo diesel. Para mayor información consultar la Tesis profesional del Ingeniero León M. Garay "Aplicación de los

Precios de Cuenta a la Evaluación de Proyectos de Infraestructura''  
de la cual se tomaron los factores de conversión de precios de  
mercado a precios de cuenta, aplicados en la evaluación económica  
del proyecto en cuestión.

## EJEMPLO: OBTENCION DEL PRECIO DE CUENTA DE DIESEL

PRECIO FOB (PAJARITOS, VER.)	\$34000.00/TON
------------------------------	----------------

GASTOS GENERADOS DE REFINERIA A CENTRO DE COMERCIALIZACION -FLETE (SALAMANCA-MEXICO, D.F.)	\$ 4368.00
--	------------

DE CENTRO DE COMERCIALIZACION A CENTRO DE CONSUMO	
-CARGA DE TRANSPORTE	\$ 192.09
-FLETE (10KM)	\$ 440.80
-DESCARGA	\$ 192.09
-IMPREVISTOS (5%)	\$ 41.25

TOTAL DE GASTOS GENERADOS	\$ 5234.23
---------------------------	------------

GASTOS ANULADOS DE REFINERIA A PUERTO -FLETE (SALAMANCA-POZA RICA) -DE PLANTA A BARCO	\$ 1113.00 \$ 358.94
--	-------------------------

TOTAL DE GASTOS ANULADOS	\$ 1471.94
--------------------------	------------

$$\begin{aligned} \text{PC(diesel)} &= \text{FOB(diesel)} + \text{GG} - \text{GA} \\ &= 34000 + 5234 - 1472 \end{aligned}$$

$$\text{PC(diesel)} = \$ 37762$$

$$\text{PM(diesel)} = \$ 18975$$

$$\text{RPC(diesel)} = \text{PC(diesel)} / \text{PM (diesel)}$$

$$\text{RPC(diesel)} = 1.99$$

**V PROYECTO EJECUTIVO**  
**Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS**  
**PROPUESTOS PARA LA**  
**CARRETERA**

## V. PROYECTO EJECUTIVO Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS PROPUESTOS PARA LA CARRETERA.

Después de efectuar los diversos estudios en los que se han considerado todos los casos previstos y donde se han establecido criterios y normas para la ejecución de la obra se tiene como resultado el proyecto.

El proyecto comienza cuando ya se tiene situada la línea de ruta, es entonces cuando se requieren estudios de gran precisión con el fin de poder definir las características geométricas de la carretera, las propiedades de los materiales que la forman y las condiciones de las corrientes que cruza.

Con respecto a las características geométricas, los estudios permitirán definir la inclinación de los taludes de cortes y terraplenes y las elevaciones de la subrasante.

Referente a las propiedades de los materiales que formarán las terracerías, se proporcionarán las normas para su detección, explotación, manejo, tratamiento y compactación. Se calcularán los movimientos de terracerías por medio del diagrama de curva-masa para cumplir así con el requerimiento de buscar la mayor economía posible en la construcción de la carretera; así mismo, se dan los procedimientos que deben seguirse durante la construcción.

El perfil se dibuja a las siguientes escalas: escala vertical 1:200 y escala horizontal 1:2000.

Al proyectar una carretera, la sección del tipo de carretera, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente de la demanda, es decir, del volumen de tránsito que circulará en un intervalo de tiempo dado, su variación, tasa de



crecimiento y su composición.

Si los datos anteriores no son obtenidos con la mayor precisión posible, se presentarán errores que ocasionarán que la carretera funcione durante el período previsto con volúmenes de tránsito inferiores a los de proyecto o que se presenten problemas de congestión.

### 5.1 TIPOS DE TERRENO

Para efectos del proyecto, el terreno se ha clasificado en plano, lomerío y montañoso, estos tres tipos representan combinaciones de características geométricas en grado variable, que se refiere principalmente a las pendientes longitudinales y a la sección transversal.

#### 5.1.1 TERRENO PLANO

Se considera terreno plano a aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula; en este tipo de terreno el proyecto de la subrasante será generalmente en terraplén, sensiblemente paralelo al terreno, con altura suficiente para quedar a salvo de la humedad propia del suelo y de los escurrimientos laminares en él, así como para dar cabida a las alcantarrillas y puentes. En este tipo de terreno, tanto en el alineamiento longitudinal como en el transversal, los cortes se presentan excepcionalmente, como consecuencia los terraplenes con material producto de préstamo, ya sea lateral o de banco, serán necesarios. Además, no se presentará ninguna dificultad para el proyecto de tramos con visibilidad de rebase, tanto en alineamiento horizontal como vertical.

### 5.1.2 TERRENO EN LOMERIO

Es el terreno cuyo perfil longitudinal presenta una sucesión de cimas y depresiones de cierta magnitud con pendiente transversal no mayor de 25%. En este tipo de terreno se busca un alineamiento vertical ondulado, combinando las pendientes especificadas y que además permita aprovechar el material producto de los cortes para formar los terraplenes contiguos.

La subrasante se proyecta a base de contrapendientes y la compensación longitudinal de las terracerías se hace en tramos de longitud considerable; además, se obtiene el espacio vertical necesario para alojar las obras de drenaje y los puentes.

Cuando se requiere considerar la distancia de visibilidad de rebase en el proyecto de alineamiento vertical se ocasiona un incremento en el volumen de tierra a mover.

### 5.1.3 TERRENO MONTAÑOSO

Se considera montañoso el terreno que presenta pendientes transversales mayores de 25%, caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

Debido a la configuración topográfica de este tipo de terreno, la formación de las terracerías se obtiene mediante la excavación de grandes volúmenes: el proyecto de la subrasante queda generalmente condicionado a la pendiente transversal del terreno y al análisis de las secciones transversales en zonas críticas o en balcón.

Son características del terreno montañoso, el empleo frecuente de las especificaciones máximas, tanto en el alineamiento

horizontal como en el vertical, la facilidad de disponer del espacio libre para dar cabida a las alcantarillas y puentes, la presencia en el diagrama de masa de una serie de desperdicios interrumpidos por pequeños tramos compensados, la frecuencia de zonas críticas, los grandes volúmenes de tierra a mover, la necesidad de proteger alcantarillas de alivio y el alto costo de construcción resultante, si se requiere considerar en el proyecto la distancia de visibilidad de rebase.

## 5.2 ELEMENTOS DE UNA CARRETERA

1) Terracerías: Están constituidas por un conjunto de diferentes tipos de material compacto que proporcionan el soporte adecuado a las capas superiores.

2) Escalones de liga: Son los que se forman en el área de desplante de un terraplén cuando la pendiente transversal del terreno es menor que la inclinación del talud a fin de obtener una liga adecuada entre ellas y evitar un deslizamiento del terraplén.

3) Muros de contención: Cuando la línea de ceros del terraplén no llega al terreno natural es necesario construir muros de retención, cuya ubicación y altura estarán dadas como resultado de un estudio económico.

4) Talud de terraplenes: Es la inclinación del paramento de los terraplenes, expresada numéricamente por el recíproco de la pendiente.

5) Capa subrasante: Es la porción superior a las terracerías tanto en corte como en terraplén, su espesor es comúnmente de 30cm y está formada por suelos seleccionados para soportar las cargas que le transmiten las capas superiores del pavimento.

6) Pavimento: Conjunto de capas de materiales compactos, que

ESTA TESIS EN DEBE  
SALA DE LA BIBLIOTECA

permiten transmitir adecuadamente las cargas de los vehículos a las capas inferiores y al terreno natural; las capas que lo componen son: la subbase, la base estabilizada, la carpeta y el riego de sello.

7) Subbase: Capa de materiales graduados y compactos, inmediatamente arriba de la terracería y la capa subrasante, cuya formación es de carácter económico, ya que reduce el costo del pavimento cuando esta es de espesor considerable.

8) Base: Capa de materiales graduados altamente compactos situados arriba de la subbase y cuya función es la de permitir reducir el espesor de la carpeta que es más costosa y ayuda a transmitir la carga que es producida por el tránsito a la subbase y a la subrasante.

9) Carpeta: Capa superior de materiales graduados, misma que debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada, con textura y color convenientes que resista los efectos abrasivos del tráfico.

10) Subrasante: Es la línea imaginaria que marca el eje de la carretera a la altura de la capa subrasante.

11) Rasante: Es la línea imaginaria sobre la superficie de rodamiento que corre a lo largo del eje de la carretera.

12) Acotamiento: Son franjas comprendidas entre la orilla de la carpeta o de la superficie de rodamiento y de la orilla de la corona, que sirve para proteger al pavimento y además, es una zona de estacionamiento de emergencia para los usuarios.

13) Talud de corte: Es la superficie inclinada que queda a la horizontal, como una consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería.

14) Cuneta: Las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos de corte a uno o ambos lados de la corona contigua a los hombros, con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

15) Alcantarilla: Estructura formada por dos partes, el cañón y los muros de cabeza. El cañón forma el canal de la alcantarilla y es útil para evitar la erosión alrededor de la estructura, para guiar la corriente y para evitar que el terraplén invada el canal.

16) Subdrenes: son los elementos de drenaje que desalojan las aguas subterráneas a través de los taludes de corte.

17) Bombeo: Es la pendiente que se da a la superficie de rodamiento para evitar la acumulación de agua sobre la carretera.

18) Contracuneta: Zanjas que se excavan arriba de la línea de los cerros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.

19) Berma: Es la obra que se construye en las carreteras con el fin de dar mayor estabilidad a los taludes.

20) Bordillos: Son elementos generalmente de concreto asfáltico que se construyen sobre los acotamientos junto a los hombros de los terraplenes, con la finalidad de encauzar el agua que escurre por la corona y que de otra forma causaría erosiones en el talud del terrapén.

21) Señalamiento: Son tableros con símbolos o leyendas o ambos.

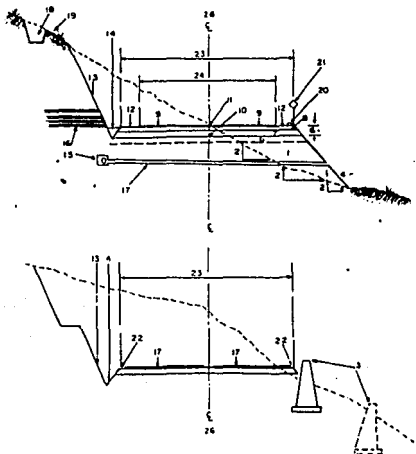
22) Corona: es la superficie de la carretera terminada que queda comprendida entre los hombros de la carretera, o sea, entre las aristas superiores de los taludes del terraplén y los interiores de la cuneta.

23) Hombros: Son los puntos que limitan el ancho de la corona.

24) Ancho de calzada: Este es variable a lo largo de la carretera y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y, excepcionalmente, en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

25) Derecho de vía: Es la faja que se requiere para la construcción, reconstrucción, ampliación, conservación y protección general, para el uso adecuado en esa vía de sus servicios auxiliares, su ancho será el requerido para satisfacer esas necesidades.

26) Eje de la carretera: Es la línea imaginaria que divide la carretera en toda su longitud (véase la figura siguiente).



### 5.3 ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

#### 5.3.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Alineamiento horizontal: Es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona de la carretera y está integrada

por tangentes, curvas circulares y curvas de transición.

### 5.3.2 NORMAS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

A continuación se citan ciertas normas generales que están reconocidas por la práctica y que son importantes para lograr una circulación cómoda y segura.

La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener preferencia.

La topografía condiciona muy especialmente los radios de curvatura y velocidad del proyecto.

La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos, porque con frecuencia la visibilidad requiere de radios mayores que la velocidad en sí.

El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible, sin dejar de ser consistente con la topografía. Una línea que se adapta al terreno natural es preferible a otra con tangentes largas pero con repetidos cortes y terraplenes.

Para una velocidad de proyecto dada debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe tender, en lo general, a usar curvas suaves dejando las de curvatura máxima para las condiciones críticas.

Debe procurarse un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas.

En terraplenes altos y largos sólo son aceptables alineamientos rectos o de suave curvatura, ya que es difícil para un conductor percibir alguna curva forzada y ajustar su velocidad a las condiciones prevaecientes.

Un alineamiento con curvas sucesivas en la misma dirección debe evitarse cuando existen tangentes cortas entre ellas, pero debe proporcionarse cuando las tangentes sean mayores de 500m.

Para anular la apariencia de distorsión, el alineamiento horizontal debe estar coordinado con el vertical.

Es conveniente limitar el empleo de tangentes muy largas pues la atención de los conductores se concentra durante largo tiempo en puntos fijos produciéndoles somnolencia, especialmente durante la noche, por lo que es preferible proyectar un alineamiento ondulado con curvas amplias.

### 5.3.3 ALINEAMIENTO VERTICAL

Alineamiento vertical: Es la proyección sobre un plano vertical del eje de la subcorona en alineamiento llamada línea subrasante y está integrada por tangentes y curvas.

### 5.3.4 NORMAS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical está definido por la subrasante en el perfil longitudinal de una carretera. La posición de la subrasante depende principalmente de los siguientes factores:

La condición topográfica del terreno influye en diversas formas al definir la subrasante. Así, en terrenos planos, la altura de la subrasante es regulada generalmente por el drenaje. En terrenos de lomerío se adoptan subrasantes onduladas por conveniencia en la operación de los vehículos y por la economía del costo. En terrenos montañosos la subrasante es controlada por las restricciones y condiciones de la topografía.

Deben tener preferencia los proyectos en los cuales una subrasante suave con cambios graduales sea consistente con el tipo de carretera y con el carácter del terreno, en lugar de una con



numerosos quiebres y pendientes de longitudes cortas. Se toman como valores de diseño la pendiente máxima y la longitud crítica, buscando su mejor adaptabilidad para obtener un mejor producto terminado.

Deben evitarse vados formados por curvas verticales cortas, ya que éstas presentan condiciones de seguridad y estética pobres.

Dos curvas sucesivas y en la misma dirección, separadas por una tangente vertical corta, deben ser evitadas.

Un perfil escalonado es preferible a una sola pendiente sostenida, porque permite aprovechar el aumento de la velocidad previo al ascenso y el correspondiente impulso.

Cuando la magnitud del desnivel a vencer o la limitación del desarrollo motiva largas pendientes uniformes, de acuerdo a las características previsibles del tránsito, puede convenir adoptar un carril adicional en la sección transversal.

Los carriles auxiliares de ascenso también deben ser considerados donde la longitud crítica de la pendiente está excedida y donde el volumen horario del proyecto excede del 20% de la capacidad de diseño para dicha pendiente, en el caso de carreteras de dos carriles, y del 30% en el caso de varios carriles.

Para salvar desniveles apreciables, bien sea con pendientes escalonadas o largas pendientes uniformes, deberá procurarse disponer las pendientes más fuertes para comenzar el ascenso.

Donde las intersecciones a nivel ocurren en tramos de carretera con pendientes moderadas o fuertes, es deseable reducir la pendiente a través de la intersección, beneficiando a los vehículos que den vuelta.

#### 5.4 PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Una parte integrante de los costos en los que se basa la evaluación de una carretera, lo es el costo de construcción, el cual está gobernado por los movimientos de terracería. Por lo tanto, es necesario efectuar estudios que nos indiquen que los movimientos a realizar, sean los más económicos para el tipo de carretera requerida.

La subrasante a la que corresponden los movimientos de terracerías más económicos se le conoce como subrasante económica.

##### 5.4.1 SUBRASANTE ECONOMICA

La subrasante económica es la que genera el menor costo de la obra, que viene a ser la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación de la carretera una vez en función.

No obstante, se tratará de encontrar la subrasante económica determinándola solamente por el costo de construcción que es el concepto que presenta variaciones sensibles. Bajo este aspecto, para el proyecto de la subrasante económica hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- 1) La subrasante debe cumplir con las especificaciones de proyecto geométrico dadas.

- 2) En general el alineamiento horizontal es definitivo, ya que los posibles problemas han sido previstos en el anteproyecto. Sin embargo, a veces es necesario modificarlo localmente.

- 3) La subrasante a proyectar, debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe ser necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva

en el terreno natural.

#### 5.4.2 ELEMENTOS QUE DEFINEN EL PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Los elementos que definen el proyecto de la subrasante son los siguientes:

- i) Condiciones topográficas.
- ii) Condiciones geotécnicas.
- iii) Subrasante mínima.
- iv) Costo de las terracerías.

i) Condiciones topográficas. Se consideran tres tipos de terrenos de acuerdo a su configuración: plano, lomerío y montañoso. La definición de estos tres conceptos debe estar ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alineamientos horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

ii) Condiciones geotécnicas. La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza la carretera, es un factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo a la carretera.

iii) Subrasante mínima. El proyecto de la subrasante mínima debe sujetarse a la elevación mínima correspondiente a puntos determinados de la carretera. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

- 1) Obras menores.
- 2) Puentes.
- 3) Zonas de inundación.
- 4) Intersecciones.

1) Obras menores. Es necesario que el proyecto de la subrasante

respete la elevación mínima que requieren las alcantarillas proyectadas, para no alterar el buen funcionamiento del drenaje y para lograr la economía deseada. Esto es importante en terrenos planos, ya que en terrenos de lomerío y montañosos solamente se toma en cuenta en casos aislados debido a que la configuración topográfica obliga una subrasante con suficiente espacio vertical que da cabida a las obras menores.

La elevación de la subrasante está en función de las características propias de las alcantarillas y de la sección de construcción, principalmente la elevación del desplante, la pendiente según el eje de la obra, el colchón mínimo, el ancho de esviajamiento, la altura de la obra hasta su coronamiento, el ancho de la semicorona y las pendientes longitudinal y transversal.

2) Puentes. En los cruces, en los que es necesaria la construcción de puentes, la elevación definitiva de la subrasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura, no obstante, es necesario tomar en consideración algunos datos que nos definan la elevación mínima para que el alineamiento vertical se aproxime lo más posible a la cota requerida.

Los datos requeridos para obtener la elevación mínima son los siguientes:

- a) Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias.
- b) Sobreelevación de las aguas ocasionada por el estrechamiento que origina el puente en el cauce.
- c) Espacio libre vertical necesario para dar paso a cuerpos flotantes.
- d) Peralte de la superestructura.

La suma de estos datos determina la elevación mínima de la

rasante, de la cual hay que deducir el espesor del pavimento para obtener la elevación de la rasante.

En carreteras de poco tránsito que cruzan corrientes con avenidas máximas extraordinarias (AME) de poca frecuencia y duración, los puentes pueden ser sustituidos por un proyecto de vados. El tipo de obra elegida dependerá del régimen de la corriente y de un estudio comparativo de costos de las alternativas que se presenten.

3) Zonas de inundación. El paso de una carretera por zonas de inundación obliga a guardar cierta elevación de la subrasante de acuerdo con el NAME, con la sobreelevación de las aguas que producirá el paso de la carretera y con la necesidad de asegurar la estabilidad de las terracerías y del pavimento. En estos casos se recomienda que la sobreelevación de la subrasante sea como mínimo un metro arriba del NAME.

4) Intersecciones. Dependiendo de la vía terrestre que se cruce, el proyecto de la subrasante se hará con intersecciones a nivel o a desnivel.

En las intersecciones a desnivel, se debe hacer un estudio económico que nos determine si el paso de la carretera debe ser inferior o superior. La elevación de la subrasante se determina con una metodología semejante a la de obras menores, tomando en cuenta en el caso de los entronques, que deberán estudiarse los enlaces de las carreteras que originan el cruce.

iv) Costo de las terracerías. En la construcción de las terracerías, la posición de la subrasante que nos permite la economía máxima, depende de los siguientes conceptos:

1) Costos unitarios:

Excavación en corte.

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material producto del corte.

Compactación en el terraplén del material producto de préstamo.

Sobreacarreo aprovechando el material de corte.

Sobreacarreo desperdiciando el material de corte.

Sobreacarreo del material de préstamo para formación del cuerpo de terraplenes.

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2) Coeficiente de variabilidad volumétrica.

Del material producto de los cortes.

Del material producto de préstamo.

3) Relaciones.

Entre la variación de los volúmenes de corte y terraplén, al mover la subrasante de su posición original.

Entre los precios unitarios del terraplén formado con material producto de corte y con material de préstamo.

Entre los préstamos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en éste y el que significa la extracción del material de corte y el acarreo para desperdiciarlo.

4) Distancia económica de sobreacarreo.

El empleo de material producto de corte en la formación de terraplenes, está condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte. Esta distancia está dada por la ecuación:

$$DME = \frac{(P_p + a_d) - P_c}{P_{sa}} + (A_L)$$

Donde:

DME : Distancia máxima de sobreacarreo económico (km).

$a_d$  : Precio unitario de sobreacarreo del material de corte de desperdicio.

$P_p$  : Precio unitario de terraplén formado con material producto de préstamo.

$P_c$  : Precio unitario de la compactación en el material producto del corte.

$P_{sa}$  : Precio unitario del sobreacarreo del material de corte.

$A_L$  : Acarreo libre del material, cuyo precio está incluido en el precio de excavación.

## 5.5 SECCIONES DE CONSTRUCCION

Los elementos y conceptos que determinan el proyecto de una sección de construcción pueden separarse en dos grupos:

- i) Los propios de diseño geométrico.
- ii) Los impuestos por el procedimiento a que se debe sujetar la construcción de las terracerías.

A continuación se mencionan los elementos correspondientes al grupo (i) con un ejemplo correspondiente a la carretera en estudio.

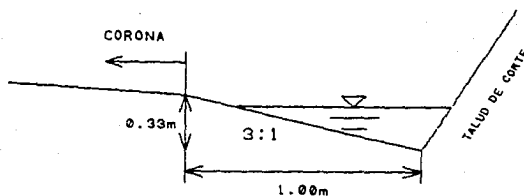
- 1) Espesor de corte hasta 0.80m abajo de la subrasante. El espesor del cuerpo de terraplén correspondiente al tramo km 35+000

40+000, es el siguiente:

Sección	Espesor
km 35+000-36+000	1.97m
km 36+000-37+000	2.03m
km 37+000-38+000	2.25m
km 38+000-39+000	2.70m
km 39+000-39+320	2.21m
km 39+320-39+520	1.42m
km 39+520-40+000	2.61m

- 2) Ancho de corona: 12m.
- 3) Ancho de calzada: 7m.
- 4) Ancho de acotamiento a ambos lados: 2.5m.
- 5) Pendiente transversal (bombeo) 2%.
- 6) Espesor de pavimento (subbase + base + carpeta)=  

$$= (0.12m + 0.20m + 0.075m) = 0.395m$$
- 7) Ancho de subcorona: 12.60m
- 8) Talud de corte: éste es variable dependiendo del tipo de material que se tenga en la región.
- 9) Talud del terraplén: 1:1.5.
- 10) Dimensiones de las cunetas:



DIMENSIONES DE UNA CUNETAS



Los elementos del grupo ii, son los siguientes:

- 11) Despalme: En nuestro caso se despalma 0.20, para desplantar el terraplén.
- 12) Compactación del terreno natural: Se compacta al 90%.
- 13) Cuerpo del terraplén: En este caso está formado por las terracerías y la capa subyacente con espesores variables para las terracerías y la capa subyacente con 0.50m de espesor.
- 14) Capa subrasante: Tiene un espesor de 0.30m.
- 15) Caja en corte: abajo de la subrasante con espesor hasta de 0.80m.

#### 5.5.1 SECCION TRANSVERSAL

La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de éste, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal.

Los elementos que la integran y definen son:

- A) La rasante.
  - B) La pendiente transversal.
  - C) La calzada.
  - D) Los acotamientos.
- A) La rasante es la línea que señala el eje de la corona de la carretera en un plano vertical. En la sección transversal se representa por un punto.
- B) Pendiente transversal es la pendiente de la corona. Se presentan tres casos:

1) Bombeo.

2) Sobreelevación.

1) Bombeo. Es la pendiente que se da a la corona hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre la carretera. Debe diseñarse un bombeo con mínima pendiente a fin de que el conductor no tenga sensaciones de inseguridad o incomodidad.

En esta carretera el tipo de superficie de rodamiento es de concreto asfáltico, por lo que el bombeo debe ser de 2%.

2) Sobreelevación. Es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

C) Calzada. Es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles.

El ancho de calzada es variable a lo largo de la carretera y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal.

Para determinar el ancho de calzada en tangente, debemos tener como datos el nivel de servicio deseado al final del plazo de previsión y los estudios económicos correspondientes; dependiendo de éstos, pueden determinarse el ancho y el número de carriles, previendo que el volumen de tránsito, no exceda el volumen prefijado.

En tangentes del alineamiento vertical con fuerte pendiente longitudinal, se hace necesario ampliar la calzada mediante la adición de un carril para vehículos lentos, mejorando así la capacidad y el nivel de servicio. El ancho y la longitud de ese

carril se determina con un análisis de operación de los vehículos.

D) Acotamientos. Son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre las orillas de ésta y los hombros de la carretera; ofrecen las siguientes ventajas:

1) Seguridad al usuario, ya que proporciona un ancho adicional para eludir o apaciguar los accidentes potenciales, o como área de estacionamiento en caso obligatorio.

2) Para proteger contra la humedad y posibles erosiones a la calzada, así como para dar confinamiento al pavimento.

3) Mejorar la visibilidad en los tramos en curva, sobre todo cuando la carretera va en corte.

4) Facilitar los trabajos de conservación.

5) Dar mejor apariencia a la carretera.

El volumen de tránsito y el nivel de servicio que se persigue definen el ancho de los acotamientos.

#### 5.5.2 CAPA SUBRASANTE

Es la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento. En sección transversal es una línea.

Los elementos que definen a la subcorona y que son básicos para el proyecto de las secciones de construcción de la carretera son:

A) Subrasante.

B) La pendiente transversal.

C) El ancho.

A) Subrasante. Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona, su desnivel con respecto al terreno natural determina el espesor de corte o terraplén.

B) Pendiente transversal de la subcorona. Es la misma que la de

la corona, logrando mantener uniforme el espesor del pavimento.

C) Ancho. Es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte. Este ancho está en función del ancho de la corona y el ensanche.

El ancho se calcula con la siguiente expresión:

$$A_s = C + e_1 + e_2 + A$$

Donde:

$A_s$  = Ancho de la subcorona (m).

$C$  = Ancho de la corona en tangente (m).

$e_1, e_2$  = Ensanche a cada lado de la carretera.

$A$  = Ampliación de la calzada en la sección considerada (m).

El ensanche es el sobreancho a cada lado de la subcorona, para que con los dos taludes pueda obtenerse el ancho de corona después de construir las capas de subbase y base; en función del espesor de la base, de la pendiente transversal y de los taludes.

### 5.5.3 TALUDES

El talud es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente.

Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forman.

Debido a la gran variedad en el tipo y disposición de los materiales, es indispensable un estudio, por somero que sea, para definir los taludes de corte o de terraplenes.

### 5.5.4 TERRACERIAS

Las terracerías están constituidas de materiales de diferentes tipos, a los cuales se les da un grado de compactación adecuado,

para proporcionar a la carretera el soporte de las cargas a las que estará sometida la carretera.

La construcción de las terracerías requiere de varias etapas, las cuales se describen a continuación.

i) Desmante

El desmante consiste en el despeje de la vegetación existente, en el derecho de vía y en las áreas destinadas a los bancos con objeto de evitar la presencia de materia vegetal en la obra, impidiendo daños a la misma y permitir buena visibilidad de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

El desmante comprende la ejecución de cualquiera de las operaciones siguientes:

A) Tala, que consiste en cortar los árboles y los arbustos.

B) Roza, que consiste en quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras.

C) Desentraice, que consiste en sacar los troncos con raíces o cortando éstas.

D) Limpia y quema, que consiste en retirar el producto del desmante al lugar que se indique, estibarlos y quemar lo no utilizable.

El desmante deberá estar terminado por lo menos un kilómetro delante del frente de ataque de las terracerías, lo principal es evitar que cuando se tenga mucho avance en el desmante no se duplique su ejecución ya que con el tiempo vuelve a crecer la especie.

#### 5.5.5 CLASIFICACION DE MATERIALES DE ACUERDO A LA DIFICULTAD QUE PRESENTAN PARA SU EXTRACCION Y CARGA

Material A. Es el material blando o suelto que puede ser

eficientemente excavado con escrepa de capacidad adecuada para ser jalada por un tractor de orugas de 90 a 110 caballos de potencia en la barra, sin auxilio de arados o tractores empujadores, aunque ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos. Además se consideran como material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5cm (3''). Los materiales más comúnmente clasificados como material A, son los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

Material B, es el que por la dificultad de extracción y carga sólo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable, de 140 a 160 caballos de potencia en la barra o con la pala mecánica de capacidad mínima de un metro cúbico, sin el uso de explosivos, aunque se aumenta el rendimiento si se utilizan éstos, o bien, que pueda ser aflojado con arado de 6 toneladas jalado con tractor de orugas, de 140 a 160 caballos de potencia en la barra. Se consideran como material B las piedras sueltas menores de 75cm (30'') y mayores de 7.5cm (3''). Los materiales más comúnmente clasificables como material B, son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementadas, areniscas blandas y tepetates.

Material C, es el que por su dificultad de extracción sólo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos, además también se consideran como material C, las piedras sueltas con una dimensión mayor de 75cm (30''). Entre los materiales clasificables como material C, se encuentran las rocas basálticas las areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

Para clasificar un material siempre se mencionarán los tres

tipos de material para determinar claramente de qué material se trata. Ejemplos: Un suelo poco o nada cementado, con partículas menores de 7.5cm, se clasificará (100-0-0), correspondiendo la primera cifra al material A y los ceros a los materiales B y C. Para un material que presente mayor dificultad de extracción y carga, un material precisamente intermedio se clasificará como (50-50-0). Con esta clasificación, se tendrá una orientación acerca del equipo y del procedimiento que se utilizará en la extracción y carga de los materiales a manejar.

#### ii) Despalme

Se despalmará el sitio de los cortes desalojando la capa superficial del terreno natural que por sus características no sea adecuada para construcción de los terraplenes. Los despalmes se ejecutarán solamente en material A. El material producto de despalme generalmente se desperdiciará colocándolo en el lugar que se indique aunque en algunos casos se aprovecha en el abatimiento de taludes.

El despalme deberá haberse terminado dentro de los 500m contiguos delante de cada frente de ataque de las terracerías.

En esta obra se despalman 0.20m y en algunos subtramos hubo necesidad de hacer cortes adicionales debido a que se encontró material orgánico arcilloso con espesor hasta de 0.80m.

#### iii) Cortes

Son excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación y/o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes en derrumbes, en escalones y en despalmes de cortes o para el desplante de terraplenes, con objeto de preparar y/o formar la sección de obra.

Los materiales de cortes, de acuerdo con la dificultad que presentan para su extracción y carga se clasifican tomando como base los tres tipos siguientes: material A, material B y material C.

Las excavaciones en los cortes se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje del corte, las cunetas se construirán con la oportunidad necesaria y en tal forma que su desagüe no cause perjuicios a los cortes ni a los terraplenes; las contracunetas cuando indique el proyecto, deberán hacerse simultáneamente con los cortes.

Antes de iniciarse los cortes en los tramos de terracerías compensadas, la construcción de alcantarillas y/o muros de sostenimiento deberá haberse terminado dentro de los 500m contiguos adelante de cada frente de ataque.

En laderas lisas cuya pendiente transversal sea igual o mayor de 25%, para obtener una buena liga entre los terraplenes y el terreno natural y con el fin de evitar deslizamientos, se construirán escalones dentro del área donde se apoyen los terraplenes. Los escalones tendrán una plantilla de 2.50m cuando se excaven en materiales A o B; cuando se excaven en material C, se deberá indicar en cada caso la dimensión de la plantilla.

Para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la subrasante, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado dentro de las tolerancias que se indican a continuación:

A) Ancho de corona, al nivel de la capa subrasante, del centro de línea o a la orilla +10cm

B) Salientes aisladas, con respecto a la superficie teórica del





refiere a la de materiales pétreos y suelos. Además de proporcionar el símbolo de grupo que corresponda, deberá añadirse una muy breve descripción de los materiales que se mencionen.

Por ejemplo, la clasificación típica de un depósito fluvial será: grava limpia, uniforme, gruesa, muy dura, redondeada, gris clara con 20% de arena y 30%, de fragmentos chicos con 15 cm de tamaño máximo, muy húmeda y medianamente compacta (GP).

La columna que aparece bajo el encabezado de "tratamiento probable" se refiere al tratamiento mecánico que se recomienda para cada uno de los materiales encontrados, en el momento de ser colocados en el terraplén. Los tratamientos más frecuentes son la compactación en los suelos, el bandeado con tractor o equipo similar, que todavía se utiliza para los materiales muy gruesos o la simple colocación a volteo, que aún es posible ver para el relleno de los primeros metros del fondo de gargantas con material de fragmentos rocosos .

El bandeado consiste en el paso de un tractor sobre el material grueso tendido en capas; este tratamiento dista de ser idóneo para la construcción de enrocamientos importantes, pero en la práctica mexicana se utiliza todavía para acomodar fragmentos de roca en terraplenes no muy altos. Desde luego el procedimiento se utiliza en materiales muy gruesos para los que los procedimientos normales de compactación presentan problemas cuando se utilizan los equipos convencionales.

Uno de los datos de mayor interés que figura en la tabla anterior son los coeficientes de variación volumétrica de los materiales que se utilizarán en la construcción de las terracerías. El coeficiente de variación volumétrica es un número que expresa la

relación entre el peso volumétrico seco en estado natural y el mismo concepto cuando el material esta compactado a un cierto grado de compactación. Es conveniente expresarlo como:

$$C_{vv} = \frac{d_n / d_{max}}{G_c}$$

$d_n$  = Peso volumétrico seco del suelo en estado natural en el lugar de extracción.

$d_{max}$  = Máximo peso volumétrico seco obtenido con la prueba de control de compactación usada.

$G_c$  = Grado de compactación para el caso específico.

El coeficiente de variación volumétrica permite establecer los volúmenes de materiales que han de ser excavados y obtenidos en los bancos de préstamo, para llegar al volumen que se requiere en las terracerías; es un dato indispensable para llegar a los verdaderos costos de un proyecto dado.

La fórmula anterior no puede emplearse en el caso de manejar materiales constituidos por fragmentos de roca, debido a que no pueden ser compactados por métodos ordinarios. En este caso el coeficiente debe ser estimado.

Existen tablas que presentan valores típicos de coeficientes de variación volumétrica, sin embargo su manejo no debe excluir su cálculo en cada caso específico, pues la influencia de los coeficientes es tal en los movimientos de tierra asociados a un proyecto, que siempre convendrá obtener el valor más apegado a cada caso particular.

En la columna siguiente de la tabla para el cálculo del diagrama de masas se trata de establecer una clasificación de los materiales



La tabla anterior proporciona los datos de todos los bancos de préstamos que se utilicen para construir la vía terrestre. En general, los materiales para formar las terracerías se obtienen de tres fuentes distintas:

A). Se utiliza el obtenido de la excavación de un corte para formar un terraplén vecino; este procedimiento suele denominarse de compensación longitudinal y resulta económico, en el sentido de que tiende a disminuir los volúmenes de desperdicio y a utilizar todo el material removido.

B). El segundo procedimiento para la obtención de materiales para la construcción es el llamado préstamo lateral. En este se extrae el material necesario de excavaciones paralelas al eje de la vía y adosadas a ésta, generalmente dentro del derecho de vía. El préstamo lateral sólo debe emplearse cuando produzca materiales apropiados, sean fáciles de drenar las zanjas a que da lugar y quede a razonable distancia de la vía terrestre.

C). El tercer método para obtener materiales de construcción en las vías terrestres es la localización de un depósito o formación naturales, constituidos por un material de características apropiadas, el cual se explota en forma masiva, para acarrearlo y tenderlo en la vía. Estos son los bancos de préstamo.

La compensación longitudinal, el préstamo lateral y el uso de bancos deberá detallarse en los estudios geotécnicos. Los dos primeros métodos deberán ponderarse al llegar a conocer la estratigrafía y propiedades del terreno de cimentación próximo a la vía y a las características de las lomas en que se efectuarán cortes susceptibles de generar material aprovechable para formar terraplenes; como en este último caso será preciso conocer el



## EXPLICACION DEL PROCEDIMIENTO.

El volumen de material necesario para las terracerías en este tramo (35+000 - 40+000) será totalmente de banco, por lo tanto no será afectado por los coeficientes de variación volumétrica y si para efectos de movimiento por los coeficientes del banco.

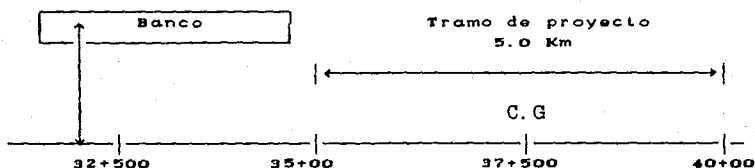
Se procede al cálculo de ordenadas para que posteriormente se dibuje el diagrama y calcular los movimientos.

Debido a que el material a utilizar es producto de banco, los movimientos se harán de acuerdo a la ubicación del banco, para nuestro caso serán en  $m^3$ -km.

COEFICIENTES DEL BANCO:	0.96		0.91		0.86
CLASIFICACION:	80	-	20	-	00
	A		B		C

Sobreacarreos.

Ejemplo:



La compensadora del diagrama se obtiene:

- A) Se obtiene el área del diagrama de masas.
- B) Se obtiene la diferencia de ordenadas

EMPRESA NACIONAL ARGENTINA DE FERROS  
CARRETERAS Y TRANSPORTES

TITULO PROFESIONAL

CARRERA CARRETERAS Y TRANSPORTES

TRAMO I - INGENIERIA CIVIL

ESTACION 10000000

PROFESION CARRETERAS Y TRANSPORTES

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

ESTACION 10000000

### PERFIL

PROCESAMIENTO DE  
CONSTRUCCION

CARRERA I - INGENIERIA CIVIL  
TRAMO I - INGENIERIA CIVIL  
ESTACION 10000000  
PROFESION CARRETERAS Y TRANSPORTES  
ESTACION 10000000

ESPECIFICACIONES DEL PERFIL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

CANTIDADES DE OBRAS

PERFIL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

CANTIDADES DE OBRAS

PERFIL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

CANTIDADES DE OBRAS

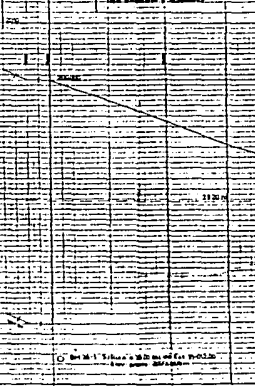
PERFIL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

CANTIDADES DE OBRAS

PERFIL

BANDO DE PERFILES X  
ESTACION 10000000



ESTACION 10000000

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

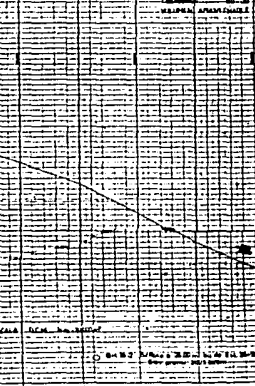
CANTIDADES DE OBRAS

PERFIL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

CANTIDADES DE OBRAS

BANDO DE PERFILES X  
ESTACION 10000000



ESTACION 10000000

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

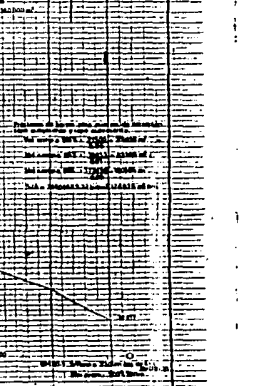
CANTIDADES DE OBRAS

PERFIL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

CANTIDADES DE OBRAS

BANDO DE PERFILES X  
ESTACION 10000000



ESTACION 10000000

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

CANTIDADES DE OBRAS

PERFIL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
...	...	...

CANTIDADES DE OBRAS



C) Se divide el área del diagrama de masas entre la diferencia de ordenadas y así obtenemos la altura a partir de la base del diagrama a la cual se encuentra la compensadora.

D) Determinada esta altura se traza la compensadora la que tendrá la misma ordenada en los dos puntos que cortan el diagrama.

E) Se obtiene la longitud de la compensadora más la distancia que existe al banco de préstamo (32+600), esta distancia se da en km y se multiplica por el volumen de material a utilizar, esto nos dará lo que comúnmente se llama sobreacarreos .

Préstamo de banco para cuerpo de terraplén, capa subyacente y capa subrasante.

$$\text{Vol. compactable a 100\%} \quad \frac{21\ 500}{0.86} = 25\ 300\ \text{m}^3$$

$$\text{Vol. compactable a 95\%} \quad \frac{39\ 458}{0.91} = 43\ 360\ \text{m}^3$$

$$\text{Vol. compactable a 90\%} \quad \frac{113\ 459}{0.96} = 180\ 686\ \text{m}^3$$

$$\underline{\hspace{10em}} \\ 249\ 046$$

$$S/A = 249\ 046\ (5.32\ \text{km}) = 1\ 324\ 925\ \text{m}^3\text{-km}$$

S/A : Sobreacarreo.

## 5.6 CONSTRUCCION DE TERRAPLENES

### Terraplén

El terraplén es la estructura ejecutada con material adecuado producto de cortes o de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto. Se considera también como tales las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de pasos a desnivel, la ampliación de la corona (caso que se presentó en el proyecto original de esta carretera), el tendido de los taludes y la elevación de la

subrasante (este caso se presentó en la construcción del acceso km40+000-km44+400, rumbo a Maravatio, Michoacán), en terraplenes existentes y en el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante (cortes en caja).

La mayoría de los terraplenes se ejecutan para mejorar los alineamientos tanto horizontal como vertical o la pendiente, a fin de permitir mayores velocidades o más altas cargas. Toda vez que resulta posible se utilizan materiales granulares estables, pero con frecuencia la economía exige la colocación de los materiales disponibles más cercanos, cualquiera que sea su composición, a menos que contenga un alto porcentaje de materia orgánica.

Antes de proceder a la construcción de terraplenes con las tierras procedentes de los cortes, el terreno de asiento de los terraplenes se limpiará de toda vegetación y de todas las raíces y se excavará toda la capa de tierra vegetal. Las tierras sueltas, la arena y la grava dan terraplenes firmes. Las tierras arcillosas y margosas deben echarse en los terraplenes bastante secos, con un contenido de agua de un 100% de su peso en seco. Los terraplenes se consolidan por capas, por ejemplo, con un pisón de 500kg a 1000kg, por capas de 30 a 60 cm o con el pisón de placas de 2 ton por capas hasta de 1m. Con tierras cohesivas se forman los terraplenes con capas de 0.40m apisonadas con rodillos de "patas de cabra 815". Mediante los ensayos físicos de las tierras se determinan las propiedades de éstas y se decide el tratamiento más adecuado.

Los sistemas de terraplenado son:

Terraplenado por capas. Se hace por capas aproximadamente horizontales con toda la anchura del terraplén, las capas serán de 15 cm o más dependiendo del tipo de material por tratar; se

transporta el material con camiones de volteo, se admite terraplenar en la construcción de esta carretera hasta una altura de 5.00m.

Terraplén a media ladera. Por la tendencia al desmoronamiento lateral sólo es admisible con un suelo homogéneo y de confianza. Este sistema de terraplenado es por lo general el más barato y más rápido.

Los terraplenes terminados, debido al abudamiento pasajero de las tierras, disminuyen de volumen hasta llegar al abudamiento permanente, generalmente después de pasar un invierno, aunque si se trata de masas esquistasas (exfoliables) pueden pasar varios años, por ello al construir las plantillas de los taludes hay que tener en cuenta el asentamiento para añadirlo a las dimensiones definitivas.

CLASE DE TERRENO	INICIAL	DEFINITIVO
Terreno ligero	8-15	1-3
Terreno algo compacto	10-20	3-5
Terreno compacto (marga)	25-30	6-8
Terreno compacto (roca ligera)	30-35	8-12
Roca compacta	35-50	35-50

La compactación de terraplenes se hará observando lo siguiente:

A) Se ejecutará uniformemente en todo el ancho de la sección según los grados de compactación que fije el proyecto.

B) Se dará al material uniformemente la humedad conveniente. Se aplicará el agua en el lugar de excavación o en el terraplén mismo.

C) Cuando el material de los terraplenes contenga mayor grado de humedad que el óptimo, antes de iniciar la compactación, se eliminará el agua excedente y se aprobará previamente el

procedimiento para eliminar el agua excedente.

D) Efectuar la compactación de una capa de material, la superficie se escarificará y se agregará agua si es necesario, antes de tender la siguiente capa a fin de ligarlas debidamente.

#### 5.6.1 OBRAS DE DRENAJE

A continuación se hacen las consideraciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de las obras de drenaje necesarias en la obra, estableciéndose los principales lineamientos a seguir para el correcto funcionamiento de las mismas, tratando de evitar azolvamientos frecuentes que tengan influencia en la vida del camino.

##### Excavación para estructuras

La excavación representa la primera etapa en la construcción de las obras de drenaje y podrá realizarse con equipo o a mano, de acuerdo a los volúmenes que se deban manejar en atención a las Normas Técnicas para Obras de Drenaje de la SCT.

En el caso de este camino, los volúmenes se han abatido, respecto al camino alternativo, ya que el nuevo proyecto se traza por terreno plano y de lomerío suave.

Las excavaciones, deberán tener un ancho igual al diámetro del tubo más una holgura de 50cm a cada lado para permitir la captación de material de relleno adecuado, además de permitir la maniobrabilidad a los trabajadores en la colocación de la tubería y de sus conexiones.

En el fondo de la excavación en que asiente el tubo, deberá estar exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

Cuando no se pueda perfilar la excavación para asentar

adecuadamente la alcantarilla, la excavación deberá llevarse hasta una profundidad de 20cm abajo del nivel fijado para la plantilla y esta excavación excedente, deberá rellenarse con material adecuado compactado al 90% para asentar los tubos.

Cuando en el nivel de desplante fijado en el proyecto no se encuentre terreno resistente, se reemplazará el material del suelo con material adecuado, compactado al 90%.

Los rellenos de las excavaciones, se deberán realizar por medio de equipo mecánico, por producir avances más significativos en la construcción de las obras. Se deberá tener cuidado con la colocación del material en los costados del tubo, realizándose en forma simétrica hasta una altura de las  $3/4$  partes del diámetro como mínimo.

El material empleado como relleno, deberá ser compactable, estar exento de raíces y otras materias orgánicas.

#### Tubos de lámina

El empleo de tubos de lámina permite agilizar la construcción de las obras, cuando se emplea en substitución de alcantarillas de concreto, ante la escasez de este material. Además, permite abatir costos en aquellas obras en que sea posible el empleo de tubos de lámina.

Los ensambles de tubos y arcos de lámina, se deberán realizar de acuerdo a lo siguiente:

- A) En tubos de diámetro de 91cm o menos, con grapas especiales galvanizadas con diámetro mínimo de 7.9mm.
- B) En tubos de diámetro de 107cm o mayor, con pernos galvanizados de gancho y ojo, de diámetro mínimo de 9.5mm.
- C) En tubos o arcos de placas múltiples, con pernos galvanizados

de 19mm de diámetro.

#### Tubos de concreto

En el caso de los tubos de concreto, las juntas deberán ser del tipo macho y hembra, al colocarse los tramos del tubo serán selladas las juntas y, en este caso, las perforaciones que fuesen necesarias para su manejo, con mortero de cemento y arena en una proporción de 1:2.

Todos los tubos se colocarán con el macho en posición aguas abajo y al instalarlas se procederá de abajo hacia arriba, siguiendo la pendiente de la excavación.

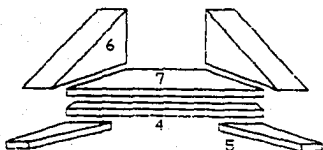
En el manejo y fabricación de los tubos se obligará a lo siguiente:

A) Facilitar el acceso a la planta para verificar el cumplimiento del proyecto, los procedimientos de construcción y efectuar el muestreo y las pruebas que se consideren necesarias.

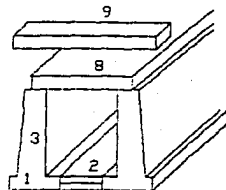
B) Tomar las precauciones en los transportes, almacenaje, maniobras y colocación de los tubos, para evitar que éstos sean dañados, ya que no se deberán colocar tubos agrietados o dañados de tal manera que no permitan la construcción de una junta adecuada.

#### Alcantarillas de losa

Son empleadas cuando los gastos y la magnitud del talud no permiten un funcionamiento adecuado de una batería de tubos. Una alcantarilla de losa se constituye de los siguientes elementos (véase figura siguiente):



ALCANTARILLA DE LOSA



1) Zapata de muros. Generalmente se construyen de mampostería de 3a. clase y su longitud es variable, dependiendo de la estructura vial que se vaya a construir. Su función es la de soportar todo el cuerpo de la obra vial, así como el tránsito de diseño.

2) Zampeado de la obra. Se construye con la finalidad de evitar que el movimiento socave la cimentación de la obra, su espesor es de 30cm y ancho de 60cm, su ancho es variable.

3) Muros. su forma es trapezoidal y sus dimensiones son  $B=70\text{cm}$ ,  $b=38\text{cm}$  y  $h=100\text{cm}$ . Tienen la función de transmitir las cargas a las zapatas.

4) Dentellón. Con el fin de evitar la erosión del terreno a la salida de la obra, se construyen los dentellones.

5) Zapatas de aleros. Permiten el soporte de las obras evitando posibles asentamientos por el peso que transmiten los muros de mampostería.

6) Aleros. Son muros de forma triangular, cuya función consiste en encauzar las aguas a la entrada y a la salida de las obras, evitando que en una avenida grande las aguas salgan de su curso. Además, cumplen con la función de evitar azolves debido a la inestabilidad de taludes o de terraplenes.

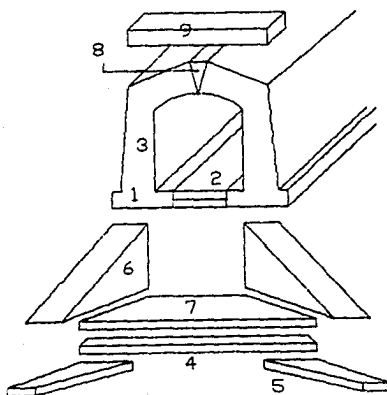
7) Zampeados. A la entrada o salida de las obras, evitan la posible socavación debido al arrastre de objetos que pudiesen dañar la obra, permitiendo a su vez el libre escurrimiento de las aguas por drenar.

8) Losa de concreto hidráulico. Es la protección de la obra, para reforzar la resistencia de los terraplenes.

9) Guarnición de concreto. Permite canalizar el agua que escurre por la superficie de rodamiento y permite evitar posibles derrumbes por deslizamientos provocados por fallas en el talud o en el terraplén.

#### Alcantarillas de bóveda

Se recomiendan en el caso en que no se puedan colocar tubos y exista abundantemente piedra. Los elementos de una alcantarilla de bóveda, son los mismos que se utilizan en una alcantarilla de losa (véase figura siguiente).



BOVEDAS

En el dibujo se muestra el elemento 8, el cual permite ligar los cuerpos laterales.

El elemento 9 se construye de mampostería de 3a. clase.

#### Subdrenes

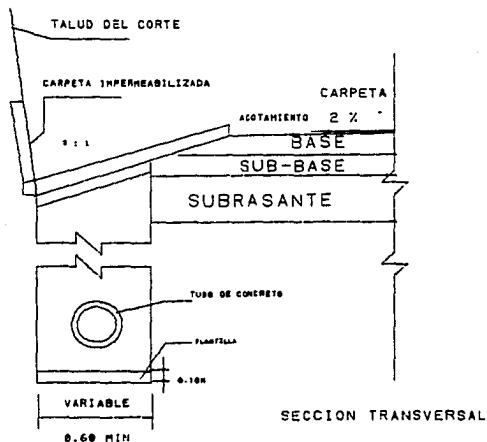
Son elementos del sistema de drenaje subterráneo que cumplen la función de captar, coleccionar y desalojar el agua del terreno natural,



de una terracería o de un pavimento, de acuerdo con las características fijadas en el proyecto.

En el caso de este camino, se emplearán subdrenes de zanja, debido a su facilidad y economía de construcción (véase la figura siguiente).

### SUBDRENES EN ZANJA



Las arenas y gravas empleadas en los filtros de los subdrenes, serán limpias y constituidas por partículas resistentes. La piedra empleada deberá ser de buena calidad, sana, homogénea y durable, con tamaño de  $3/4''$  (19mm), estos materiales deberán cumplir además con  $LL \leq 25\%$  e  $Ip \leq 6\%$ .

Los subdrenes en zanjas, deberán ubicarse y dimensionarse de acuerdo a la topografía del terreno. Los tubos empleados en subdrenes, llevarán cuatro hileras de perforaciones, dos a cada lado en forma simétrica con relación al eje vertical, tendrán un

diámetro interior de 15cm y serán de concreto hidráulico con la siguientes características: el concreto hidráulico debe ser simple; los tubos deberán ser del tipo macho y hembra, sin defectos ni grietas y una longitud no mayor de 125cm.

#### Mamposterías

Las mamposterías son elementos estructurales construidos con piedra y junteados con mortero de cemento o cal o sin juntear.

El tipo de mampostería a emplear en la obra es de 3a. clase, que se construye con piedra sin labrar, junteada con mortero de cemento en proporción 1:5.

Las piedras deberán pesar como mínimo 30kg, excepto las que se empleen para acuñar. Se deberán desechar las piedras redondas y los cantos rodados sin fragmentar. Las piedras empleadas deberán estar limpias de costras y ser poco vesiculadas, por consumir más mortero y no permitir una junta bien constituida. Las superficies, deberán estar limpias de materia que reduzca la adherencia y se lavarán o limpiarán; si las materias extrañas no son removidas serán rechazadas.

Los lugares de los cuales podrán obtenerse la piedra, la arena y el agua, son los indicados a continuación:

- Para la piedra, la arena y el agua, de bancos, estos pueden ser fijados o propuestos por la empresa que proyecta o construye.

- Para la piedra, la que provenga de cortes y canales o de excavaciones para estructuras, previa orden o aprobación de la SCT.

Se considera un consumo de cemento de 280kg por m<sup>3</sup> de mortero y de agua de 300lt.

El mortero podrá hacerse a mano o con equipo, según convenga, de acuerdo con el volumen. En el primer caso, la arena y el cemento,

en la proporción indicada anteriormente, se mezclarán en seco en una artesa limpia y estanca hasta que la mezcla adquiera un color uniforme; a continuación, se agregará la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable.

#### Zampeados

Se trata del recubrimiento de las superficies con mampostería, concreto hidráulico o suelo-cemento, para protegerlos de la erosión.

Las piedras que se utilicen en los zampeados, serán de 30cm para losas y bóvedas, y para lavaderos hasta de 60cm o más, en algunos casos.

En el suelo-cemento, se utilizarán materiales de todo tipo de suelos, que no requieran de ser acarreados, excepto los orgánicos o aquellos de alta plasticidad, cuyo límite líquido sea mayor de 40 e índice plástico mayor de 18.

Los zampeados normalmente se usan en obras de drenaje como losas, bóvedas, lavaderos, entradas y salidas de las mismas obras.

En los zampeados de mampostería de 3a. clase se utilizará un mortero de cemento de proporción 1:5.

Antes de asentar una piedra, ésta deberá humedecerse bien, lo mismo que la superficie de apoyo y las piedras contiguas. Las piedras se colocarán cuatrapeadas sobre una capa de mortero, acomodándolas a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado; las juntas se llenarán completamente con mortero de cemento; antes de que endurezca el mortero, se entallarán al ras del paramento. En caso de que una piedra se afloje o quede mal asentada o se abra una de las juntas, dicha piedra será retirada, así como el mortero de las juntas y el del lecho.

El zampeado de mampostería en taludes deberá hacerse comenzando por el pie del mismo, esto sucede en las cunetas cuando así se requiere, dependiendo del tipo de terreno que se tenga en la región, con las piedras de mayor dimensión. La superficie del zampeado de mampostería deberá mantenerse húmeda durante tres días, después de haberse terminado las juntas.

Rellenos para protección de obras de drenaje.

Es la colocación de materiales de excavaciones para estructuras o en obras de drenaje para su protección, utilizando el producto de las excavaciones o el de préstamos, procurándose que dichos materiales sean preferentemente aquellos que provengan de las mismas excavaciones.

En el relleno de arcos y alcantarillas, el material deberá extenderse en capas simétricamente colocadas, tanto respecto al eje transversal de la estructura, como de su eje longitudinal y se compactarán tomando en cuenta que éstos deberán hacerse por capas no mayores de 20cm proporcionando al material la humedad adecuada y compactando cada capa al 90%. Si la estructura se ha tratado con impermeabilizantes o tiene una cubierta especial para drenarla o protegerla, el relleno se hará sin causarle daño a las estructuras.

No se permitirá el paso de equipo pesado sobre las alcantarillas o cualquier estructura que se esté relleno, hasta que éstos tengan el colchón mínimo dependiendo del tipo de estructura a relleno, ya que este relleno en tubos de concreto o lámina es de 60 a 80cm de espesor; en losas de concreto hidráulico los espesores son de 1m aproximadamente y en bóvedas el terraplén es variable, ya que en algunos casos pasan de 10 o 20cm dependiendo del tipo de terreno que se tenga en la región.

En el caso de los puentes, muros y alcantarillas, cuando el material de relleno provenga de un préstamo en el caso de una corriente, éste se hará en el lugar y en la forma en que se ordene.

El relleno de las excavaciones para estructuras y los colchones de protección de las obras de drenaje, se ejecutarán previamente a la construcción de los terraplenes.

Cuando la construcción de terraplenes en los accesos a los puentes y estructuras de los pasos a desnivel, no se lleve hasta los apoyos, incluyendo los derrames cuando procedan, se sujetará a los procedimientos de construcción y compactación indicados anteriormente.

#### Cunetas

Las cunetas son canales que se adosan a los lados de la corona del camino. Los cortes en balcón tienen cunetas en un solo lado y los cortes en cajón tienen cunetas en ambos lados. La cuneta se dispone en el extremo del acotamiento, en contacto inmediato con el corte, su situación le permite recibir los escurrimientos de origen pluvial propios del talud y los del área comprendida entre el coronamiento del corte y la contracuneta, si la hubiere o el terreno natural aguas arriba del corte si no hay contracunetas. También puede recibir la contracuneta agua que haya caído sobre la corona de la vía cuando la pendiente transversal de ésta tenga la inclinación apropiada para ello.

Generalmente, el proyecto hidráulico se dificulta, debido a la falta de registros adecuados y suficientes de las intensidades de lluvia, introduciéndose importantes elementos de incertidumbre en los cálculos que pueden hacerse.

La pendiente longitudinal mínima que debe existir en una cuneta

es de 0.5%, la velocidad con la que el agua circule sobre ella, debe quedar comprendida entre los límites de depósito y erosión, ambos indeseables. En la siguiente página se presenta una tabla de valores máximas de velocidades no erosivas en cunetas.

No obstante los valores de la tabla, es conveniente limitar la velocidad del agua en las cunetas a 3m/s en zampeados y a 4m/s en concreto.

El gasto que puede eliminar la cuneta es una función muy sensible de su pendiente longitudinal, pero es dudoso que pueda exceder en algún caso los  $0.5\text{m}^3/\text{s}$ , valor que produce derrame.

En México es práctica común que las cunetas se construyan en sección triangular, por razones de ingeniería de tránsito, debido al efecto que produce la sensación de peligro que siente quien transita cerca de una sección rectangular o trapecial; además la sección triangular presenta facilidad de construcción, se conforma al terminar la capa subrasante utilizando motoconformadora.

En nuestro caso, deberán revestirse las cunetas con losas coladas en sitio, debido a su baja rugosidad y facilidad de construcción. Tales losas, deberán tener 1m de longitud y las juntas de losas entre sí, deben estar selladas con mortero de cemento-arena.

## VALORES MAXIMOS DE VELOCIDADES NO EROSIVAS EN CUNETAS

MATERIAL	VELOCIDAD
Arenas finas y limos	0.40-0.60
Arcilla arenosa	0.50-0.75
Arcilla	0.75-1.00
Arcilla firme	1.00-1.50
Grava limosa	1.00-1.50
Grava fina	1.50-2.00
Pizarras suaves	1.50-2.00
Grava gruesa	2.00-3.50
Zampeados	3.00-4.50
Rocas sanas y concreto	4.50-7.50

A continuación se presenta una tabla de valores del gasto de cunetas triangulares, para distintas pendientes de la carretera y velocidades de agua (véase la siguiente página).

## 5.6.2 LOCALIZACION DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Se localizan en el fondo de un cauce, bien sea de arroyo o canal, procurando que los cruces no sean normales al eje del camino, ya que al ser así, se encarece la conservación de las obras. También se recomienda no tratar de reducir el número de alcantarillas en una sola, sino que es conveniente construir varias alcantarillas pequeñas para un mejor funcionamiento hidráulico.

VALORES DEL GASTO EN LA CUNETETA TRIANGULAR PARA DISTINTAS  
PENDIENTES DE LA CARRETERA Y VELOCIDADES DEL AGUA

Pendiente de la carretera (%)	Velocidad del agua (m/seg)	Gasto (m <sup>3</sup> /seg)
1	0.63	0.11
2	0.83	0.15
3	1.09	0.19
4	1.26	0.22
5	1.41	0.24
6	1.54	0.27

Cuando el eje del cauce sea normal al eje de la vía, será posible encauzar el agua por medio de muros de cabeza o aleros. Se debe evitar el encauzamiento por medio de codos más o menos forzados, que son sometidos a la erosión o destruidos.

Para calcular el área hidráulica necesaria para una alcantarilla, se puede aplicar el siguiente procedimiento:

Procedimiento empírico. Cuando no existen datos respecto al gasto máximo del arroyo o una estructura anterior, ni datos de precipitación pluvial, se aplica la fórmula de Talbot:

$$a = 0.183 ( A )^{3/4}$$

Donde:

a: área hidráulica que debe tomar la alcantarilla

A: superficie por drenar en hectáreas

c: coeficiente que depende de las características topográficas del terreno (en este caso es 0.183).

En el caso del camino Maravatío-Atlacomulco, se aplicará este método, ya que no existen datos de registros hidrológicos a lo



largo del camino y no es posible la aplicación de algún método alternativo.

En general, el gran número de alcantarillas que existen en las carreteras, hace que a fin de cuentas su inversión total represente una cantidad mayor que la que dedica a puentes en un mismo tramo. Toscamente se puede decir que por km. se construyen aproximadamente 3 ó 4 puentes en tanto que, la inversión total de las obras de drenaje puede alcanzar un 20% del costo total de la vía, considerándose que ello es prudente, si nos ponemos a pensar que el colapso de una alcantarilla produce graves interrupciones en el funcionamiento de los caminos.

#### Elección del tipo de obra

Tubos. Las condiciones de una buena alcantarilla de tubo son las siguientes:

a) buena preparación de la plantilla donde va a colocarse el tubo, evitando que haya cama rígida o que haya resistencia del terreno, huecos, etc.

b) colocación de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes,

c) articulaciones convenientes,

d) colocación del colchón por capas compactadas,

e) suficiente protección a la salida y a la entrada de la obra,

f) tener suficiente pendiente para evitar que éstas se azolven,

g) disponer un colchón mínimo de 30cm abajo de la subrasante.

Generalmente en este tipo de obra se colocan muros de cabeza, que sirven a la entrada y a la salida de la obra, para evitar que el terraplén caiga en los tubos. Cuando no existan muros de cabeza, se debe prolongar el tubo 1m fuera del pie del talud del terraplén.

En terreno suave se recomienda zampear la salida.

Losas. Se recomienda su uso cuando por la magnitud del gasto y forma del talud no es posible usar una batería de tubos o no existen tubos del diámetro necesario o por la dificultad de transporte y colocación. Además, se recomiendan cuando se tienen a mano los materiales necesarios como arena grava y piedra, así como la mano de obra para la mampostería. Se deben construir con anticipación para evitar interrumpir la construcción de la carretera.

Bóvedas. Son estructuras que se recomiendan en condiciones similares a las alcantarillas de losa, con la ventaja de que presentan mayor estabilidad, lo que les permite colocarse cuando la pendiente transversal de la obra es pronunciada y cuando el colchón es grande.

## 5.7 PAVIMENTACION

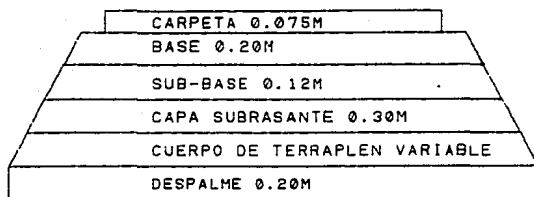
En el caso del camino Maravatío-Atlacomulco, se empleará pavimento flexible, siendo la sección tipo la mostrada en la figura de la siguiente página.

### 5.7.1 CARPETA

Debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada, con textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito. Debe ser una capa prácticamente impermeable y constituirse como una protección para la base.

Se constituirá mediante tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente, en planta estacionaria, utilizando cementos asfálticos. Los materiales asfálticos que deberán emplearse en riego de liga, serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones de rompimiento rápido. Antes de proceder a la

construcción de la carpeta, la base deberá estar debidamente preparada e impregnada; además, previo a la aplicación del riego de liga sobre la base impregnada, ésta deberá ser barrida para dejarla excenta de materias extrañas y polvo, tampoco deberá haber material asfáltico encharcado.



SECCION TIPO DE UNA CARRETERA TIPO ESPECIAL

El concreto asfáltico se elaborará en plantas estacionarias que deberán constar de:

- a) Secador con inclinación ajustable, con capacidad para secar una cantidad mayor que la capacidad de producción de concreto asfáltico de la planta.
- b) A la salida del secador debe haber un pirógrafo para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.
- c) Cribas para clasificar el material pétreo cuando menos en tres tamaños, con capacidad para mantener siempre en las tolvas material

pétreo disponible para mezcla.

d) Tolvas para almacenar material pétreo, que deben protegerlo de la lluvia y del polvo, con compartimientos para almacenar por tamaños los materiales pétreos.

e) Dispositivos que permitan dosificar los materiales pétreos, de preferencia por peso. Los dispositivos deberán permitir un fácil ajuste de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la curva granulométrica de proyecto.

Después de tendido el concreto asfáltico, inmediatamente deberá plancharse uniforme y cuidadosamente por medio de aplanadora tipo tandem adecuada para dar acomodo adicional a la mezcla. A continuación se compactará el concreto asfáltico utilizando compactadores de llantas neumáticas adecuadas para alcanzar un mínimo de 95% el peso volumétrico máximo fijado en el proyecto; inmediatamente después, se empleará una plancha de rodillo liso adecuada para borrar las huellas que dejan los compactadores de llantas neumáticas.

La compactación y el planchado se harán observando lo siguiente:

- El rodillo liso tipo tandem o el compactador neumático deberá moverse paralelamente al eje, realizando el recorrido de las orillas de la carpeta hacia el centro, en las tangentes, y del lado interior hacia el exterior en las curvas.

- La temperatura del concreto asfáltico, al iniciarse el acomodo, deberá ser de  $100^{\circ}$  a  $110^{\circ}$  y, en general, la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura mínima de  $70^{\circ}\text{C}$ .

- No deberá tenderse concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada o cuando esté lloviendo.

- Se dará un riego de sello.

Sé dará por terminada la construcción de la carpeta, cuando se hayan verificado el alineamiento, el perfil, la sección, la compactación, el acabado y el espesor, de acuerdo a las siguientes tolerancias:

- Ancho de la carpeta del eje a la orilla +2cm
- Profundidad de las depresiones observadas colocando una regla de 3m de longitud, paralela y normalmente al eje -0.5cm
- El espesor se verificará de la siguiente manera:

La raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las diferencias calculadas restando el espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de prueba, siempre deberá ser menor o igual que 0.11 del espesor real promedio de la carpeta; además el valor absoluto de las diferencias entre los espesores real y de proyecto, correspondiente al 93% como mínimo de las terminaciones realizadas para la carpeta, siempre deberá ser igual o menor que el 20% de los espesores de proyecto. Lo anterior se puede expresar de la siguiente manera:

$$([\left(e_1 - \bar{e}\right)^2 + \left(e_2 - \bar{e}\right)^2 + \dots + \left(e_n - \bar{e}\right)^2] / n)^{1/2} \leq 0.11\bar{e}$$

Para carpeta:

$$|e_r - e| \leq 0.2$$

En el 93% de los casos como mínimo.

Donde:

e: espesor de proyecto.

$e_1, e_2, \dots, e_n, e_r$ : espesores reales encontrados al efectuar los sondeos y mediciones.

$$\bar{e} = \frac{e_1 + e_2 + \dots + e_n}{n} : \text{espesor real promedio correspondiente}$$

a todos los puntos de prueba.

n: número de verificaciones del espesor real hechas en el tramo, la longitud de cada tramo será de 1km o menos.

Material para carpeta de concreto asfáltico

Banco no.1 ubicado 150m a la izquierda de la estación 6+000 con origen en la igualdad de cadenamiento.

Banco no.3 ubicado a 800m a la derecha de la estación 29+000 con origen en la igualdad de cadenamiento.

#### 5.7.2 RIEGO DE SELLO

El riego de sello tiene como función impermeabilizar la carpeta, cubriéndola con la capa de material pétreo. Además, la protege del desgaste y proporciona una superficie antiderrapante.

El material pétreo que se emplee en la construcción de riego de sello será 3E; los materiales asfálticos empleados, serán cementos asfálticos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido.

Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por tratar deberá estar seca y ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

En términos generales, los límites de las cantidades a emplear son los siguientes:

Materiales	Tamaño del material pétreo	
	3-A	3-E
Cemento asfáltico	0.7-1.0	0.8-1
Material pétreo	8-10	9-11

En riego de sello no deberá regarse material asfáltico, si el material pétreo con que se cubrirá el riego, contiene humedad

superior a la de absorción o tiene agua superficial, aún cuando se usen aditivos, excepto cuando se empleen emulsiones, en cuyo caso se fijará la humedad aceptable. Se debe tener cuidado en no traslapar un riego de sello sobre otro.

El procedimiento general para la ejecución del riego de sello será el siguiente:

- Se barrerá la superficie por tratar.
- Se dará el riego de material asfáltico.
- Se cubrirá el riego del material asfáltico con una capa del material pétreo fijado.
- Se rastrará y planchará el material pétreo.
- Se recolectará mediante barrido y removerá el material pétreo excedente que no se adhiera al material asfáltico, depositándolo en los taludes.

El tendido de los materiales pétreos se hará con espaciadores mecánicos. Inmediatamente después del tendido de los materiales pétreos, para tener una mejor distribución del mismo, se le pasará una rastra ligera de cepillos de fibra o de raíz, dejando así la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones. Estos se plancharán inmediatamente con rodillo liso ligero, únicamente para acomodar la partículas del material, teniendo especial cuidado para no fracturarlas por exceso de planchado.

A continuación se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4500kg a 7300kg, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz las veces que se considere necesario para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones. Los compactadores de llantas neumáticas se pasarán alternativamente con la rastra, el tiempo

necesario para asegurar que el máximo del material pétreo se adhiera al material asfáltico.

Material para riego de sello

Banco no.1 a 150m a la izquierda de la estación 6+000 con origen en la igualdad de cadenamiento.

Banco no.3 ubicado a 800m a la derecha de la estación 29+000 con origen en la igualdad de cadenamiento.

### 5.7.3 SUBBASE Y BASE

Son capas sucesivas de materiales seleccionados que se construyen sobre la subrasante y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales a éstas.

Los materiales seleccionados que se emplean en subbases, deberán ser del tipo de los que se indican a continuación:

- Materiales que no requieren de tratamiento.
- Materiales que requieren ser disgregados.
- Materiales que requieren ser cribados.
- Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados.
- Materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados.

En el caso de esta carretera, se utilizarán materiales que requieren trituración total y cribado a través de la malla de 38mm ( $1\frac{1}{2}$ " ), provenientes de piedra extraída de manto, pues ésta reúne las características más apropiadas para nuestra subbase.

Una vez obtenido este material, se procede a acarrearlo con camiones de volteo y se va acamellonando para su medición.



En los procedimientos de ejecución, de las subbases y bases, así como de los proporcionamientos, la secuencia de las aportaciones es la siguiente:

- Cuando se empleen dos o más materiales, se mezclarán en seco con objeto de obtener un material uniforme.

- Cuando se empleen motoconformadoras para el mezclado y el tendido, se extenderá parcialmente el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos para alcanzar la homogeneidad en granulometría y humedad. A continuación se extenderá en capas sucesivas de materiales sin compactar, cuyo espesor no deberá ser mayor de 15cm.

- Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un grado mínimo de 95%. Se darán riegos superficiales de agua durante el tiempo que dure la compactación, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.

- En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas, de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

#### Material para la subbase

Banco no.1 ubicado a 150m a la izquierda de la estación 6+000, con origen en la igualdad de cadenamiento.

Banco no. 2 ubicado a 400m a la izquierda de la estación 11+200, con origen en la igualdad de cadenamiento.

Banco no.3 ubicado a 800m a la derecha de la estación 29+000, con origen en la igualdad de cadenamiento.

Banco no.4 ubicado a 900m a la derecha de la estación 29+000, con origen en la igualdad de cadenamiento.

## Base

La base permite reducir el espesor de la carpeta, ya que ésta es más costosa; pero su función importante consiste en ser un elemento resistente que transmite a la subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito con una intensidad apropiada. En muchos casos debe drenar el agua que se le introduzca a través de la carpeta, así como impedir la ascensión capilar.

Para dar por terminada la construcción de la subbase, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado, de acuerdo con las siguientes tolerancias:

	SUBBASE	BASE
-Ancho de la sección del eje de la orilla	+10cm	+10cm
-Nivel de la superficie, en subbase para losas de concreto hidráulico y en bases para carpetas asfálticas	+1cm	+1cm
-Pendiente transversal	5%	5%
-Profundidad de las depresiones observadas colocando una regla de 3m		

de longitud, paralela y normalmente

al eje	2cm	1.5cm
--------	-----	-------

El material para la base se obtendrá de los bancos 1, 2, 3, y 4, a semejanza del material para la subbase.

## 5.8 TRABAJOS DIVERSOS

Son obras complementarias que se realizan para mejorar la eficiencia de un sistema de drenaje o de una estructura. A

continuación se enlistan algunos de estos trabajos:

- A) Guarniciones y bordillos.
- B) Recubrimientos de cunetas.
- C) Recubrimientos de contracunetas.
- D) Lavaderos.
- E) Barreras de protección.
- F) Mallas metálicas de contención.
- G) Vados.

A) Las guarniciones se construirán en las obras de drenaje tales como losas y bóvedas. Los bordillos se construyen en los hombros de la estructura vial con el objeto de encauzar los escurrimientos superficiales en la corona de dicha estructura y evitar la erosión en los taludes.

B) Los recubrimientos de cunetas se construyen en toda la longitud del tramo que lo requiera, normalmente en cortes.

C) Los recubrimientos de contracunetas se construyen en los tramos donde existen cortes evitando posibles derrumbes.

D) Los lavaderos son contruidos en las salidas de las obras de drenaje, ya que con esto se evita la socavación de las salidas cuando se presentan fuertes avenidas; se construyen también en la longitud de la carretera cuando las obras se encuentran muy separadas una de otra.

E) Las barreras de protección son dispositivos que se emplean para evitar, en lo posible, que los vehículos se salgan de la carretera, por lo que se utilizan en los lugares en los que existe mayor peligro, ya sea por el alineamiento de la carretera o por accidentes topográficos. Deberán colocarse en la orilla exterior de

las curvas peligrosas o en tangentes con terraplenes altos o en balcón, de una o ambas orillas según se requieran, podrán ser de alguno de los tipos que se encuentran en el mercado.

F) Las mallas metálicas de contención son utilizadas en camellones centrales evitando con esto arrojar objetos que puedan dañar, tanto al vehículo como al conductor.

G) Los vados son obras que se construyen para dar paso provisional a los vehículos, desviándolos de su ruta normal, cuando el suelo es inestable en el cauce de la obra de desvío con el arroyo. También se usa cuando el tirante que se pueda tener sea pequeño y el ancho del cauce grande. En algunos casos se combina con tubos.

#### 5.9 SEÑALAMIENTO

Son tableros con símbolos o leyendas o ambos.

-Señales preventivas. Son las señales que tienen como objetivo prevenir a los conductores sobre la existencia de un peligro y la naturaleza de éste; también se emplean cuando por motivos de emergencia causados por accidentes se hace necesaria la presencia de trabajadores y de equipo en la carretera.

-Señales restrictivas. Las señales restrictivas son empleadas en obras de construcción y de conservación de calles y carreteras, tiene por objeto indicar a los conductores ciertas restricciones y prohibiciones que regulan en uso de las vías de circulación. Algunas de estas señales se usan para limitar la velocidad de los vehículos, para evitar rebases, para señalar sentidos de circulación, para obligar a los conductores a que hagan alto o para que cedan el paso, etc.

-Señales informativas. Las señales informativas que se usan como protección en los trabajos de construcción y conservación de calles y carreteras tienen como objetivo guiar a los conductores en forma ordenada y segura, de acuerdo con los cambios temporales necesarios para las obras.

#### 5.10 PUENTES

Ubicación. Durante el trazo preliminar de una ruta, deberá seleccionarse cuidadosamente el sitio de cruce de las corrientes fluviales, con objeto de reducir al mínimo los costos de construcción, conservación y reposición de los puentes. Debe estudiarse también el curso de los meandros y si es necesario, rectificar el curso de la corriente con el fin de reducir los problemas de erosión y posible pérdida de estructuras. Las cimentaciones de los puentes que se construyan transversalmente a un cauce modificado, deberán proyectarse tomando en cuenta posibles ensanchamientos o una mayor profundidad de dicho cauce. Cuando se necesite construir en grandes zonas inundables, debe considerarse la necesidad de construir terraplenes de acceso con escasa altura para facilitar el paso de avenidas extraordinarias sobre la rasante del camino y evitar la pérdida de las estructuras.

##### Área hidráulica del puente

La determinación del área hidráulica del puente es un elemento esencial para lograr un proyecto económico y confiable. Para ello es necesario realizar estudios hidráulicos en el sitio propuesto, los que deberán formar parte del anteproyecto del puente. Dichos proyectos, deberán contener los siguientes elementos.

A) Información sobre el sitio.

1. Mapas, secciones transversales de la corriente y fotografías aéreas.

2. Información completa sobre los puentes ya existentes.

3. Niveles de aguas máximas extraordinarias (NAME), así como las fechas en que ocurrieron.

4. Datos sobre materiales flotantes y estabilidad del cauce.

5. Factores que afectan el nivel de las aguas, como son las avenidas procedentes de otras corrientes, embalses, remansos y obras para el control de avenidas y mareas.

B) Estudios hidrológicos.

1. Recopilación de datos sobre avenidas, que permitan estimar el gasto máximo en el cruce, incluyendo tanto las avenidas máximas registradas como las conocidas históricamente.

2. Determinación de la curva avenida-frecuencia correspondiente al sitio.

3. Determinación de la distribución del gasto y de las velocidades en el cruce, para considerar el gasto de las avenidas en el proyecto de la estructura.

4. Curva tirante-gasto en el cruce.

C) Estudios hidráulicos.

1. Estimación de remansos y cálculo de velocidades medias en el sitio, para diferentes longitudes tentativas del puente y evaluación de gastos.

2. Estimación de la profundidad de socavación en las pilas y estribos de las estructuras propuestas.

Espaciamiento entre pilas, orientación y tipo

Las pilas de un puente deben ubicarse de acuerdo con los

requerimientos de la navegación y de manera que produzcan una mínima obstrucción a la corriente. En general, deben colocarse paralelamente a la dirección que esta tiene, en épocas de avenidas. Asimismo, para dar paso a los materiales de arrastre, los claros del puente y el espacio libre vertical deberán tener la amplitud adecuada, de acuerdo con el tipo de pila y, en caso necesario, emplear derivadores de materiales de arrastre.

#### Ancho de calzada y de banquetas

El ancho de la calzada será el ancho libre entre las partes inferiores de las guarniciones medido normalmente al eje longitudinal del puente; si las guarniciones no existen, el ancho libre será la distancia mínima entre las caras interiores del parapeto del puente.

El ancho de la banqueta será el ancho libre entre la cara interior del parapeto y la parte extrema de la guarnición o guarda rueda exterior medido normalmente al eje longitudinal del puente, salvo que exista una armadura, trabe o parapeto adyacente a la guarnición, en cuyo caso, el ancho se medirá hasta la orilla exterior de la banqueta.

#### Guarniciones y banquetas

La cara de la guarnición se define como el paramento interior, vertical o inclinado de la propia guarnición. Las dimensiones horizontales del ancho de la calzada y de la guarnición se toman desde la base de la cara, o desde la base de su cara inferior, si se trata de guarniciones escalonadas.

Cuando se requieren banquetas para peatones en las vías rápidas urbanas, deberán aislarse de la calzada del puente por medio de

parapetos para calzada o combinados.

#### Parapetos

Deberán colocarse parapetos a ambos lados de la estructura del puente para protección, tanto del tránsito, como de los peatones cuando existan banquetas.

Aunque el propósito principal de los parapetos de la calzada es controlar el tránsito que circula por la estructura, se consideran otros factores como son la protección de los ocupantes del vehículo en caso de colisión, proteger a los vehículos próximos a la colisión, así como a los vehículos y peatones que circulan por el camino, además de la buena apariencia y la suficiente visibilidad para los vehículos que la transitan.

Los materiales empleados en los parapetos para calzada serán concreto, acero, madera, o una combinación de ellos.

Estos parapetos deberán presentar del lado de la calzada superficies longitudinales lisas, sin que sobresalgan los postes por esta cara. La continuidad estructural de los elementos del parapeto es muy importante, incluyendo el anclaje en sus extremos. El parapeto debe ser capaz de resistir las cargas aplicadas en todos los sitios.

#### Cimientos

La profundidad de los cimientos se determinará tomando en cuenta las características de los materiales en los que se desplante la cimentación y las posibilidades de socavación. Cuando no se encuentre roca sólida o en ciertos casos especiales, los cimientos de las estructuras que se hallen expuestos a la erosión de las corrientes de agua, deberán desplantarse a una profundidad mínima



de 1.22m abajo del lecho permanente del cauce. Las pilas y apoyos que quedan dentro del cauce se desplantarán a 1.83m como mínimo del lecho permanente del cauce. Cuando las condiciones así lo requieran, las profundidades recomendadas, pueden incrementarse.

Los cimientos que no queden expuestos a la acción de las corrientes de agua se desplantarán sobre estratos firmes y a mayor profundidad que el nivel de penetración de las heladas.

#### 5.11 CONSERVACION

Es claro que la red carretera nacional, satisface las necesidades esenciales de la colectividad, por ello, es evidente que cada vez hay menos obras que construir y más que conservar; no obstante, en general podemos darnos cuenta de que la red carretera recibe una atención de periodicidad y calidad inferiores a las requeridas para mantenerlas en buen estado, lo que implica sobrecostos de transporte y la gradual erosión del capital invertido por el país en su red carretera, dándose origen a la necesidad de reconstrucción de una gran cantidad de tramos de la red.

##### Causas

Las bajas asignaciones tienen causas políticas, financieras, técnicas y sociales; a continuación se enumeran algunas:

- La preferencia por inaugurar obras y no por mantenerlas.
- Centralización del poder y preferencias regionales que orientan fondos a algunas regiones a expensas de otras.
- Financieramente, la escasez de las partidas presupuestarias destinadas a la conservación y la pérdida del poder de ejecución de obra provocada por la inflación.

- Técnicamente, se presenta la falta de procesos continuos de recopilación de información, identificación de necesidades y formulación de proyectos y programación.

- Existe insuficiente productividad e ineficiente administración de los recursos humanos y materiales que intervienen en la conservación.

- Desde el punto de vista social, existe falta de una conciencia pública sobre la necesidad y valía de conservar en buen estado el capital social de la Nación.

Por otra parte, podemos darnos cuenta de que se han presentado el envejecimiento prematuro de la red carretera, debido al cambio de la tecnología experimentado por los vehículos con mayores capacidades, diferentes a los de los proyectos originales. Como ejemplo, podems citar el siguiente caso: Una carga superior en 50% a la carga de diseño equivale, en sus efectos sobre el pavimento, al paso de 5 unidades con la carga de diseño y una carga superior en 100%, ocasiona un daño similar al paso de 20 vehículos.

En el caso de la carretera Maravatio-Atlcomulco, las acciones deseables para la conservación de la obra, se deberán desarrollar de acuerdo a lo siguiente:

- Conservación rutinaria anual, que incluye las acciones para mantener en buen funcionamiento el camino y se refiere a la ejecución del bacheo necesario y limpieza de las obras de drenaje.

- Sello de cada cuatro años. El riego de sello cada cuatro años, permitirá prolongar la vida del camino, manteniéndolo en un estado aproximado al original del proyecto.

- Sobrecarpeta cada 8 años: Permite renovar la superficie de

rodamiento, con el fin de no dañar excesivamente las capas inferiores de la carretera, manteniendo en funcionamiento la misma y evitando la reconstrucción o construcción de nuevas vías.

- El programa de erogaciones para conservación se puede consultar en los cuadros A.2, B.2, C.2 y D.2, correspondientes al capítulo 3.

Todo lo anterior, tomando en cuenta la propuesta de la Cuota Técnica de Desgaste del organismo CPFISC. La cuota técnica de desgaste en autopistas y caminos directos, se puede calcular de acuerdo a lo siguiente:

1) Calcular el valor actual del camino a partir del valor original, incrementándolo con las adiciones, pérdidas cambiarias, actualizaciones, etc., para obtener el valor de los activos fijos. El caso más sencillo, es el de la aplicación de las escalatorias del sector, que representan una manera confiable de actualizar los costos de las carreteras.

2) La rehabilitación del camino debe hacerse a la capa del pavimento que incluye la base, subbase y carpeta. El valor de esta capa es el 40% del camino, por lo que el valor del pavimento ( $V_p$ ) es igual al valor actual ( $V_a$ ) multiplicado por 0.4.

$$V_p = 0.4 V_a$$

3) El riego de sello se considera el 4% del valor del camino; por lo que el valor del sello ( $V_s$ ) es igual al valor actual ( $V_a$ ), multiplicado por 0.04.

$$V_s = 0.04 V_a$$

4) Todos los demás elementos que tiene un camino, como son los señalamiento, pintura general, limpieza, cercas del derecho de vía, etc., no se toman en cuenta en este cálculo, ya que en general su

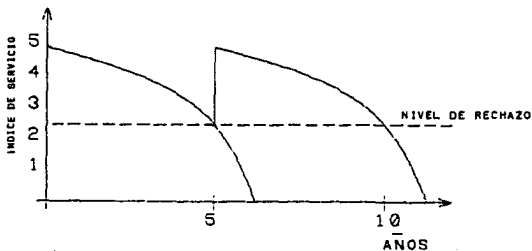
conservación se realiza por administración, afectando el gasto corriente autorizado.

5) En base a la estructura del pavimento, la calidad de los materiales, incremento del tránsito y cargas del mismo, el comportamiento de la capa del pavimento en promedio, se puede representar en la siguiente gráfica años de vida v.s. índices de servicio, en la que se fija como nivel de rechazo una calificación del índice de servicio de 2.5, por lo que la reserva de dinero para su rehabilitación anual es de  $0.2V_p$ .

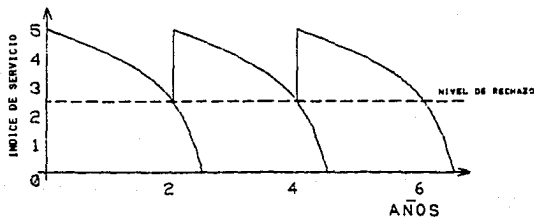
Por lo que la reserva del dinero anual es de  $0.5V_s$ . 7) En base a lo anterior, la cuota técnica de desgaste se puede expresar como:

$$CTD = (V_p \times 0.2) + (V_s \times 0.5)$$

GRAFICA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO DEL PAVIMENTO



COMPORTAMIENTO DEL RIESGO DE BELLO



## VI CONCLUSIONES

## VI. CONCLUSIONES

En base a lo antes tratado, podemos darnos cuenta de que la planeación de las obras de infraestructura requiere de la consideración de un gran número de aspectos, de tipo técnico, económico, político y social, ya que en la actualidad la inversión en proyectos de gran escala está contraída debido a la actual recesión económica, que solamente permite erogar los recursos en aquellos proyectos de carácter prioritario, que reporten los beneficios en el corto y mediano plazos.

A continuación se da la conclusión para la obra en cuestión. Con los beneficios sociales y económicos que se dan a las poblaciones de la región que atraviesa y a la red troncal del país y teniendo en cuenta la situación política y financiera que vive la nación, se considera factible la construcción del tramo Atlacomulco-Maravatío como parte de la vialidad México-Guadalajara. Su primera etapa, se construirá un cuerpo de dos carriles, de cuota, cuyo ancho de corona sea de 12m, ancho de calzada de 7m, y ancho de acotamiento de 2.5m a cada lado de la calzada. El cuerpo para la segunda etapa tendrá un ancho de corona de 10.5m, ancho de calzada de 7m, y ancho de acotamiento de 1m y 2.5m hacia adentro y hacia afuera respectivamente. El derecho de vía total consta de una faja de 60m de ancho.

Su trazo será diferente al de la carretera actual, pues atravesará terreno plano y de lomerío suave, librando el paso por la zona montañosa del camino actual.

El tránsito inicial del camino se estima en 3500 vehículos

diarios y el monto de la inversión al 1 de junio de 1987 sería de \$30,135 millones.

El lapso de construcción considerado es de 12 meses, cinco de los cuales deberán ocurrir en 1987 y los siete restantes en 1988.

En los cuadros finales del capítulo IV, se resumen las condiciones de financiamiento propuestas para este análisis, así como los ingresos derivados; en el cuadro de fuentes y usos de fondos se demuestran la factibilidad y la solvencia financiera del proyecto, sobresaliendo lo siguiente:

i) La solvencia financiera se alcanza desde el primer año de operación.

ii) La plena liquidez se logra hacia el año 12, en este año se cubren todos los adeudos.

iii) En las alternativas analizadas, se tienen al término de los 20 años de vida útil, utilidades superiores al costo del proyecto.

Además existen varias alternativas para el pago a los inversionistas y, por tanto, objeto de negociación para definir la política de pagos.

i) Retribución en forma equitativa de acuerdo al porcentaje de participación.

ii) Dar preferencia a los contratistas, para darles liquidez y aplicar estos recursos en nuevas obras.

iii) Dar preferencia a los gobiernos de los estados, para el inicio de nuevos programas.

iv) Dar preferencia a Banobras logrando ahorros importantes para el pago de intereses de la deuda a largo plazo.

Por todo lo anterior se considera que la obra en cuestión, representará una buena inversión desde los puntos de vista técnico, económico, social y financiero, presentando en este último aspecto una novedad, con la participación de inversionistas privados.



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

### NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES

- Pavimentos
- Estructuras y Obras de Drenaje
- Terracerías
- Generalidades y Terminología
- Proyecto Geométrico

Dirección General de Servicios Técnicos. SCT

### REUNION LATINOAMERICANA SOBRE TECNOLOGIA DE CARRETERAS PARA PAISES EN DESARROLLO

S.A.H.O.P. Cd. de México, 1981

### APLICACION DE LOS PRECIOS DE CUENTA A LA EVALUACION ECONOMICA DE PROYECTOS DE LA INFRAESTRUCTURA

León Manuel Garay Acevedo (Tesis)

### NORMAS TECNICAS PARA PROYECTOS DE PUENTES CARRETEROS

Dirección General de Servicios Técnicos. SCT

### APUNTES DEL CURSO ENFOQUE DE SISTEMAS EN EL SECTOR TRANSPORTE

División de Educación Continua de la F. I.

### DATOS VIALES 1987.

Dirección General de Servicios Técnicos. SCT

### ESTUDIOS ORIGEN Y DESTINO 1983-1984

Dirección General de Servicios Técnicos. SCT