



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ A R A G O N ”

18  
24

“MEJORAMIENTO VIAL PARA LA INTERSECCION DE  
LA AV. CHAPULTEPEC Y EJE 3 PONIENTE D. F.”

T E S I S

Que para obtener el Título de:  
INGENIERO CIVIL

Presenta:  
JORGE GUTIERREZ RUIZ

FALLA DE ORIGEN

México, D. F. 1989



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# C O N T E N I D O

	PAGINA
CAPITULO I. INTRODUCCION	1
CAPITULO II. INVESTIGACION Y RECOPIACION DE DATOS	3
2.1 DATOS FISICOS	
A) SITUACION ACTUAL DEL CRUCERO	
B) INVENTARIO DE USOS DEL SUELO	
2.2 INVESTIGACION DE PLANES DE DESARROLLO	10
2.3 DATOS OPERACIONALES	12
A) INVENTARIO DE SEÑALAMIENTO	
B) INVENTARIO DE SEÑALOS	
C) AFOROS VEHICULARES	
D) AFOROS DIRECCIONALES	
E) AFOROS PEATONALES	
F) ACCIDENTES DE TRANSITO	
G) INVENTARIO DE RUTAS DE TRANSPORTE PUBLICO	
H) ESTUDIO DE VELOCIDADES	
I) INVENTARIOS DE ESTACIONAMIENTO	
CAPITULO III. ANALISIS DE DATOS	44
A) VELOCIDADES Y DEMORAS	
B) ACCIDENTES	
C) CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	
D) SENTIDOS DE CIRCULACION	
E) VOLUMENES HORARIOS DE PROYECTO	
CAPITULO IV. ALTERNATIVAS DE SOLUCION	78
A) ANALISIS DE ALTERNATIVAS	
B) ANTEPROYECTO	
C) EVALUACION DEL PROYECTO	
CAPITULO V. SOLUCION PROPUESTA	102
A) PROYECTO GEOMETRICO PROPUESTO	
B) PROYECTO DE SEÑALOS	
C) PROYECTO DE SEÑALAMIENTO	
CAPITULO VI. CONCLUSIONES	111
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA	

## CAPITULO UNO

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

El gran crecimiento de población que se ha observado en la ciudad de México y en consecuencia el aumento en forma litánica de vehículos particulares, urbanos y turísticos han llegado a su punto superlativo, a medida que la ciudad crece, se origina un aumento en la demanda de medios de transporte.

Como consecuencia, las calles y avenidas que forman la vialidad urbana requieren de una transformación continua para adecuarse a las exigencias que este crecimiento acarrea.

El automóvil, al surgir como una necesidad en la vida cotidiana de la gente y los servicios que presta, ha traído consigo un cúmulo de problemas tales como: congestionamientos, accidentes, aglomeraciones e inmovilizaciones, etc. Los cuales de alguna forma son la mezcla de los grandes problemas de transporte que existen en nuestro país.

Dentro del conjunto de problemas que aquejan a la Ciudad de México, la vialidad y el transporte son los renglones que actualmente requieren de una mayor atención.

Cada día es mayor el número de vehículos que congestionan sobre todo la parte limitada por el Circuito Interior, siendo muy elevado el recuento de horas-hombre que se pierden por causa de eg

botellamientos.

Ante tal situación se han elaborado planes para la regulación del crecimiento de la ciudad, para la adecuación de los servicios y para el acondicionamiento de la vialidad. Dichos planes serán los instrumentos fundamentales que normarán y orientarán la planificación en la zona metropolitana.

Dentro de las acciones que establecen estos planes y particularizando en problemas específicos de la vialidad, resulta de gran importancia la solución de los conflictos viales, destacando aquellos localizados a lo largo de la Av. Chapultepec en el tramo comprendido entre el Circuito Interior y el Eje 1 Pte. Cuauhtémoc.

Nuestro estudio estará enfocado a solucionar el cruce formado por las avenidas Chapultepec y Sevilla-Salamanca. (Eje vial 3 Pte.), que presenta características físicas y de operación tales que la demanda registrada acusa la necesidad de transformación del mismo para poder absorber las demandas futuras que planteará el acelerado crecimiento de la ciudad y de esta manera conformar un adecuado sistema vial.

Por un lado se pretende un estudio metodológico de enfoque crítico del problema proyectado, y por otro, un análisis de las posibilidades funcionales del tramo.

## C A P I T U L O   D O S

### INVESTIGACION Y RECOPIACION DE DATOS

#### 2.1. DATOS FISICOS.

##### a) Situación actual del cruceo.

La vialidad urbana se clasifica en dos grandes grupos, que son:

Vías de acceso controlado

#### 1. VIAS PRIMARIAS

Vías principales

Calles Colectoras

Calles Locales

#### 2. VIAS SECUNDARIAS

Calles Peatonales

Ciclistas

Las VIAS PRIMARIAS forman la base principal por la que se desplazan los volúmenes más importantes del tránsito urbano.

Si bien representan un porcentaje pequeño del kilometraje total de vialidad urbana. Si llevan un porcentaje importante de los volúmenes de tránsito entre los puntos más importantes de la zona metropolitana y de las conexiones con carreteras, terminales aéreas, ferroviarias, de autobuses, etc. También destacan porque alojan y dan fluidez a las principales rutas de autobuses y trolebuses.

### Vías de acceso controlado.

De las Vías Primarias se destacan las de Acceso Controlado, (2) por sus especificaciones geométricas, y por que son aquellas que proporcionan un rápido y eficiente movimiento de grandes flujos vehiculares entre zonas a través de la mancha urbana.

Circuito Interior y las seis vías radiales previstas con estas características de acceso controlado, deberán tener un kilometraje total de 223.6 km., al año 2000.

### Vías principales.

Son aquellas que dan servicio entre sectores a lo largo de la ciudad y aunque proporcionan acceso directo a propiedades requieren de ciertas normas de control de acceso de uso del área adyacente a las guarniciones.

### Calles colectoras.

Son aquellas que tienen características geométricas más pobres que los dos anteriores y permiten la comunicación entre arterias principales y locales. Presentan la peculiaridad de tener acceso a las propiedades.

---

(2) Vías de carriles múltiples, con pasos a desnivel en todos sus cruces y control de acceso a los carriles centrales mediante entradas y salidas espaciadas, permiten mayores velocidades y movimiento continuo.

### Calle locales.

Estas tienen la cualidad de servir en áreas privadas o locales y las cuales poseen acceso directo a las propiedades. Por ser como su nombre lo indica, este tipo de calles permiten características o especificaciones más pobres que las anteriores.

En resumen de un plan de Autopistas Urbanas de acceso controlado se cuenta con un total de 223.6 km., de longitud, únicamente están en operación 110.1 km., o sea el 49.24%.

Con las características de las Vías Primarias funcionan las arterias que se cruzan en la intersección de Av. Chapultepec y Sevilla Salamanca. La Av. Chapultepec que se inicia en donde se ubica actualmente la estación Chapultepec del metro y continúa como Río de la Loza y F. Servando F. de Hier, para terminar hasta el otro lado del Circuito Interior. Esta vía comunica el extremo de la zona central de la ciudad con el área comercial de la Merced, y mueve un volumen de tránsito de más de cinco mil vehículos por hora en ambos sentidos sobre 10 carriles de circulación más 2 de estacionamiento. Sobre la Av. Chapultepec y en forma subterránea, se desplaza la línea 1 del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

La red ortogonal de avenidas que forman los Ejes Vitales constituyen parte del sistema de Vías Primarias. Uno de los ejes es el Número 3 Poniente. Ha sido planeado para que partiendo del extremo norte de la ciudad, desde el entronque con el Bulevar Río de los Remedios se desplace hacia el sur sobre la Av. De las Granjas, continuando por la Av. Cuatlahuac y Calz. Mariano Escobedo. Esta



vía cruza la Av. Chapultepec con el nombre de Sevilla, continuando como Salamanca, Medellín, Amores y termina como la Av. Coahuacan en el sur de la ciudad. Por esta arteria circula un tránsito superior a los tres mil vehículos por hora y opera en un sentido de circulación de norte a sur.

En el lugar donde ambas avenidas se cruzan ( la Av. Chapultepec y Sevilla), se agregan una tercera vía, Londres, que sirve para dar salida a los volúmenes vehiculares que circulan por el Eje 3 Pte., con dirección tanto hacia la Av. Chapultepec en dirección oeste, como hacia la Zona Rosa en dirección este. Esto es debido a que, aunque Londres es de un sólo sentido, éste cambia en el cruce en cuestión. Ver plano No. 1. El cruce de las tres avenidas mencionadas, representa por lo tanto un punto importante en la red vial de la ciudad.

Las condiciones físicas actuales del cruce se observan en el plano Número 2 de levantamiento topográfico. A partir de la introducción de las instalaciones de la línea del metro, y después con la creación de los ejes viales, la intersección quedó en la forma que con la creación de los ejes viales, la intersección quedó en la forma que conserva en la actualidad. La avenida Sevilla-Salamanca, convertida en eje vial con un sólo sentido de circulación tiene su sección mayor al norte del cruce y cambia de alineamiento horizontal en la intersección. Sobre la sección mayor, en Sevilla, cuenta con seis carriles de circulación de los cuales un carril es exclusivo para autobuses, y sobre la sección menor, al sur del cruce, sobre la calle de Salamanca, cuenta con cuatro carriles para todos los vehículos y un carril más, exclusivo para



*circulación de autobuses. El estacionamiento está prohibido sobre esta calle.*

*Dadas las condiciones del cruce en cuanto a la falta de alineamiento regular en las calles y avenidas que forman el eje Vial 3 Poniente, y a la amplitud del cruce original que las líneas de detención de vehículos y pasos peatonales tengan trazos irregulares.*

*La circulación está controlada mediante semáforos y señalamiento. Los primeros de tipo electrónico, originalmente controlados por una computadora. Actualmente está desconectada y los cruces de la zona operan con programas limitados provenientes de su control local; es decir, sin mucha flexibilidad.*

#### **b) Inventario de Usos del Suelo**

*Las actividades que se desarrollan normalmente en la zona y en las edificaciones ubicadas a ambos lados de las calles que forman el cruce influyen en los volúmenes vehiculares que se preséntan y en la demanda de estacionamiento.*

*Tratándose de una zona principalmente comercial y de negocios el bajo porcentaje de casa-habitación es notorio. En mayor cantidad se localizan edificios construidos con más de dos pisos, que generalmente alojan locales comerciales en su planta baja y oficinas privadas y de gobierno en los niveles superiores.*

*Como parte del mal que predomina en la ciudad casi todos estos edificios carecen de espacios para estacionamiento fuera de la*

calle aún para sus propios empleados, lo que obliga a los clientes y usuarios a estacionarse en la calle. Es muy notorio el estacionamiento en doble fila en la zona inmediata al cruce.

Muy próximo al cruce, sobre la avenida Chapultepec, hacia el poniente, se ubica una estación del Sistema de Transporte Colectivo Metro. Esta corresponde a la línea Uno y es la Estación Sevilla.

El inventario de las edificaciones aledañas al cruce, el uso al que están destinadas y el número de niveles con que cuenta se encuentran registrados en el plano Número 2, de levantamiento topográfico.

## 2.2. INVESTIGACION DE PLANES DE DESARROLLO.

A partir de la divulgación del Plan Nacional de Desarrollo Urbano, todos los centros de población en el país se dieron a la tarea de producir los instrumentos destinados a regular, normar y orientar su crecimiento durante los próximos 20 años.

Con tal motivo y siguiendo las políticas y lineamientos que marca el citado Plan Nacional, la Ciudad de México ha elaborado el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, cuya meta al año 2000 se pretende lograr mediante la organización territorial de tres áreas perfectamente definidas. La primera contiene las superficies susceptibles de desarrollo logradas mediante la reedificación e integración de actividades complementarias. La segunda consiste en áreas de amortiguamiento destinadas a la recreación y servicios con baja densidad de construcción y por último las zonas de

TOLEDO

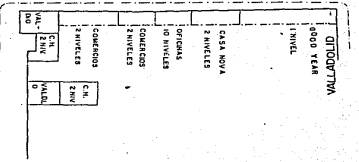
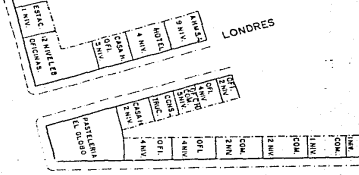
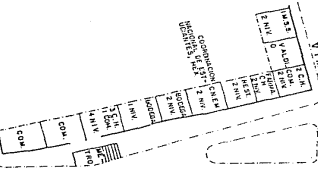
COZUMEL

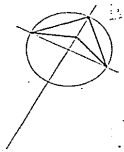
SALAMANCA

SEVILLA

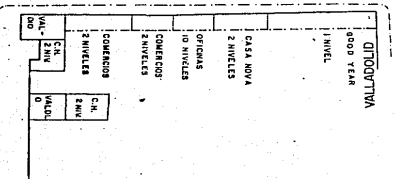
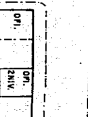
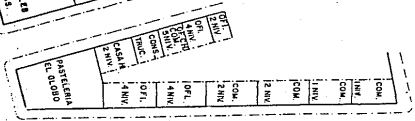
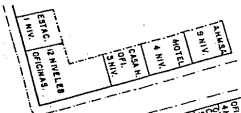
LONDRES

VALLADOLID





LONDRES



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES AFILIADOS



**INGENIERIA CIVIL**

TITULO: \_\_\_\_\_

INVENTARIO DE USOS DEL SUELO

NOMBRE: \_\_\_\_\_

INGENIERO CIVIL JORGE GUTIERREZ QUIZ

EX. VAR. \_\_\_\_\_ ASO. SIN \_\_\_\_\_ FECHA: DIC-88 PLANCHA: 2

T  
E  
S  
I  
S

preservación o de reserva que contendrán las actividades agropecuarias, forestales y de recarga acuífera.

El Plan se ha desarrollado mediante planes parciales correspondientes a cada Delegación en las que está dividida la ciudad.

El cruce en estudio se encuentra enclavado en la Delegación Cuauhtémoc, quedando sujeto a los planes de vialidad que marca el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de esa Delegación. Dentro de las acciones que propone este plan está la de estimular y desarrollar los distintos sistemas de transporte público colectivo, tomando como base el trazo actual y futuro de las líneas del Metro.

Los transportes públicos de superficie seguirán la traza reticular de ejes viales buscando complementar a las líneas del Metro en trazos alternos y con un mínimo de transferencias, procurando prestar un servicio eficiente.

Un plan adicional ha sido elaborado para la regulación y organización del transporte en la ciudad. Se trata del Plan Maestro del Metro, que cuenta con un ambicioso programa a largo plazo que pretende implementar la red del metro incluyendo las siete en operación.

El Programa de semaforización, también contemplado en el Plan de Desarrollo Urbano, pretende la optimización del sistema vial a través del funcionamiento de cruces semaforizados controlados y computarizados. El sistema así implantado permitirá la retroalimentación el ajuste automático de los programas de acuerdo con las condiciones del tránsito.

Este Programa, al igual que los anteriormente mencionados, es

ciuye por sus características, al cruce en estudio.

Cabe señalar que el mejoramiento del cruce Av. Chapultepec-Eje 3 Poniente está contemplado en un programa por medio del cual se planea convertir el tramo de la Av. Chapultepec, comprendido entre el Circuito Interior y la Av. de los Insurgentes, a una vía de acceso controlado. Lo anterior involucra una solución de los cruces con las Avs. Sonora, Monterrey y Salamanca.

### 2.3. DATOS OPERACIONALES.

#### a) Inventario de Señalamiento.

La intersección en estudio está controlada tanto por señalamiento vertical como de señalamiento horizontal.

El primero de esos está definido, como el conjunto de tableros fijados a postes o estructuras, con símbolos o leyendas instaladas en la vía pública, que tienen como fin prevenir a los conductores de vehículos y peatones sobre la existencia de peligros, determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos sobre las calles o caminos y proporcionarle la información necesaria para facilitar sus desplazamientos.

Las señales verticales se clasifican por su función en:

- Señales Preventivas (SP)
- Señales Restrictivas (SR)
- Señales Informativas (SI)

- **Señales Preventivas.** El objeto de las señales preventivas tie-



nen por meta advertir al usuario la existencia y naturaleza de un peligro en la calle.

- **Señales Restrictivas.** El objetivo de las señales restrictivas, tiene por meta indicar al usuario la existencia de ciertas limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito en las calles.
- **Señales Informativas.** El objetivo de las señales informativas tiene por meta guiar al usuario a lo largo de su itinerario e informarle sobre las calles o caminos que encuentre, sus sentidos de circulación, los nombres de poblaciones, lugares de interés, etc., y sus distancias; también le proporcionará ciertas recomendaciones que debe observar.

*Requisitos que debe satisfacer el señalamiento.*

1. Satisfacer una necesidad importante
2. Llamar la atención
3. Transmitir un mensaje claro
4. Imponer respeto a los usuarios del sistema vial
5. Estar en el lugar apropiado a fin de dar tiempo para reaccionar.

El Segundo de estos, que es el señalamiento horizontal se define como: el conjunto de rayas, marcas, símbolos y letras que se hacen con pintura o similar sobre el pavimento o sobre las guarniciones. Su función principal es indicar algunos riesgos a los conductores de vehículos, regular o canalizar el tránsito y complementar las indicaciones del señalamiento vertical, hay que considerar

que formando parte de un señalamiento general, éste resulta deficiente en su funcionamiento cuando falta el señalamiento horizontal.

El señalamiento horizontal se clasifica en:

1. Marcas sobre el pavimento
2. Marcas sobre las guarniciones
3. Marcas en obstáculos localizados dentro del área de rodamiento adyacente a ella
4. Indicadores
5. Marcas sobre el pavimento
  - a. Rayas para paso de peatones
  - b. Rayas de alto
  - c. Rayas separadoras de carriles
  - d. Rayas separadoras de sentidos de circulación
  - e. Rayas canalizadoras
  - f. Rayas de aproximación de obstáculos
  - g. Rayas de orillas de carpeta
  - h. Marcas para cruce de ferrocarril
  - i. Marcas para estacionamiento
  - j. Marcas para regular el uso de carriles

El señalamiento horizontal con que cuenta el cruceo consiste básicamente en marcas en el pavimento como son: los pasos peatonales líneas de alto y rayas separadoras de carriles. Se tiene un carril exclusivo para el transporte público sobre la avenida Chapultepec el cual está bien definido mediante bordes protectores de plástico color naranja. Sobre el Eje 3 Poniente, también se dife-

rancia el carril exclusivo para autobuses. También se tiene flechas de sentidos de circulación y rayas canalizadoras.

El señalamiento vertical está integrado por señales informativas y restrictivas principalmente. Se cuenta con señales informativas de decisión, cuyos tableros están colocados en bandera, en las unidades de soporte múltiple, instaladas en las vías preferenciales Ejes Viales.

Las señales de nomenclatura de calles se encuentran instaladas en los postes destinados para ese fin. Sólo en el Eje Vial 3 Poniente están colocadas en la USM.

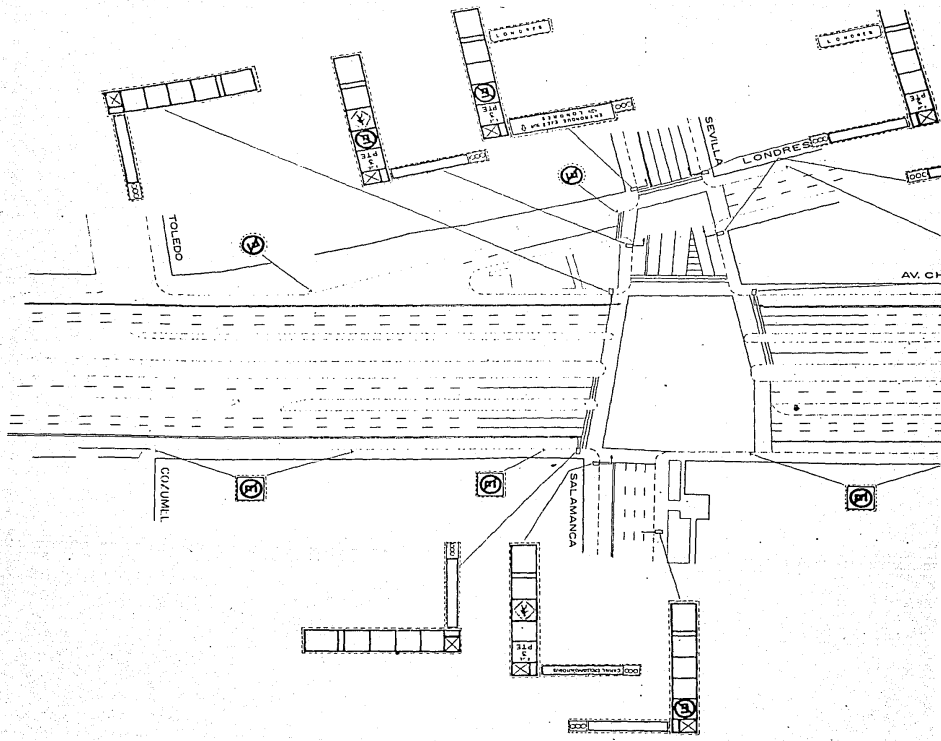
Las señales restrictivas consisten en discos de prohibiciones de estacionamiento y prohibición de vueltas izquierdas. El señalamiento preventivo consta únicamente de señales de pasos peatonales. En el plano Número 3 se ha resumido el inventario de señales indicándose ahí el tipo y la ubicación de cada señal.

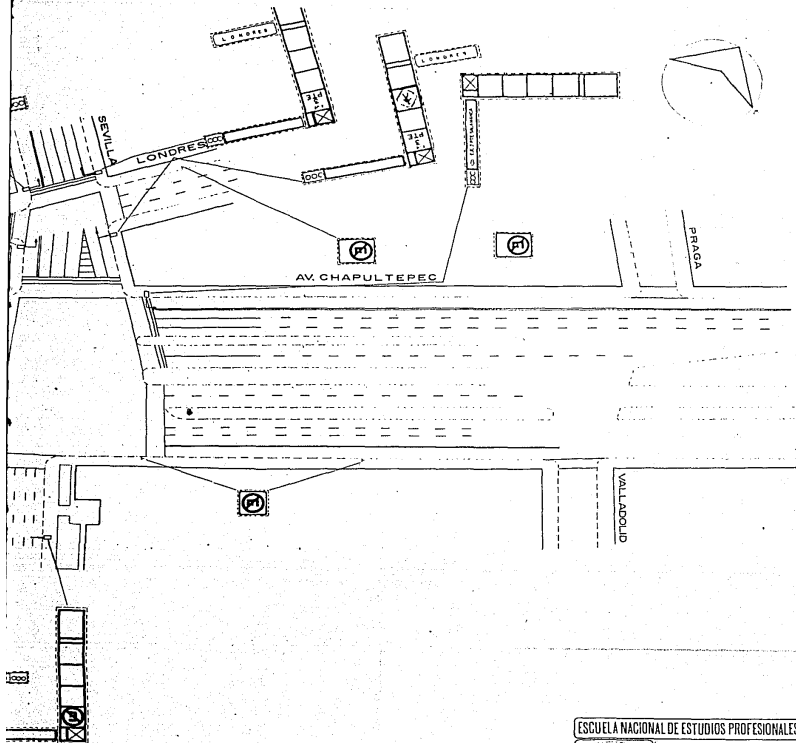
#### b) Inventario de Semáforos.

La intersección está controlada actualmente mediante semáforos integrados al sistema instalado en la Zona Rosa.

Los semáforos están controlados mediante un mecanismo regulador de tipo electrónico. Debido a la interconexión existente del sistema, el mecanismo de control está relacionado con las intersecciones inmediatas formando todo un sistema. Todos los semáforos reciben alimentación eléctrica directamente del alumbrado público.

De las 16 cabezas de semáforos que regulan el tránsito vehi





ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON



INGENIERIA CIVIL  
 INVENTARIO DE SEÑALAMIENTO  
 HORIZONTAL Y VERTICAL

T  
E  
S  
I  
S

1900 [Illegible text]

cular en el cruce, 7 están instalados sobre postes de una y dos caras, las restantes se hallan colocadas sobre las ménsulas largas de las unidades de soporte múltiple (USM) ubicadas en el Eje vial 3 Pte.

Para el control del tránsito de peatones se tiene 8 semáforos peatonales instalados en postes destinados para ese fin. La totalidad de las cabezas de semáforos para vehículos, constan de 3 tipos.

En la figura número 1, se muestran las caras de los semáforos existentes.

SEMAFOROS PEATONALES

SEMAFOROS

VEHICULARES

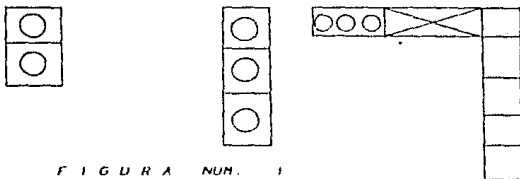
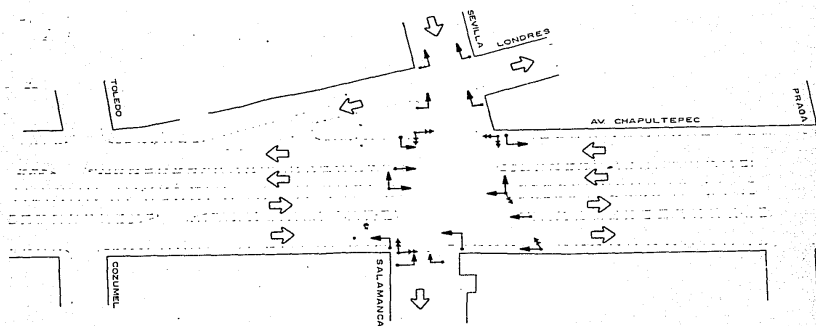


FIGURA NÚM. 1

En el Plano Núm. 4 se muestra la ubicación, distribución y tipo de los semáforos que controlan el cruce.

El ciclo normal de los semáforos es de 80 segundos. Sin embargo, debe variar de acuerdo con las variaciones en el flujo de vehículos que son percibidos por los detectores que alimentan al

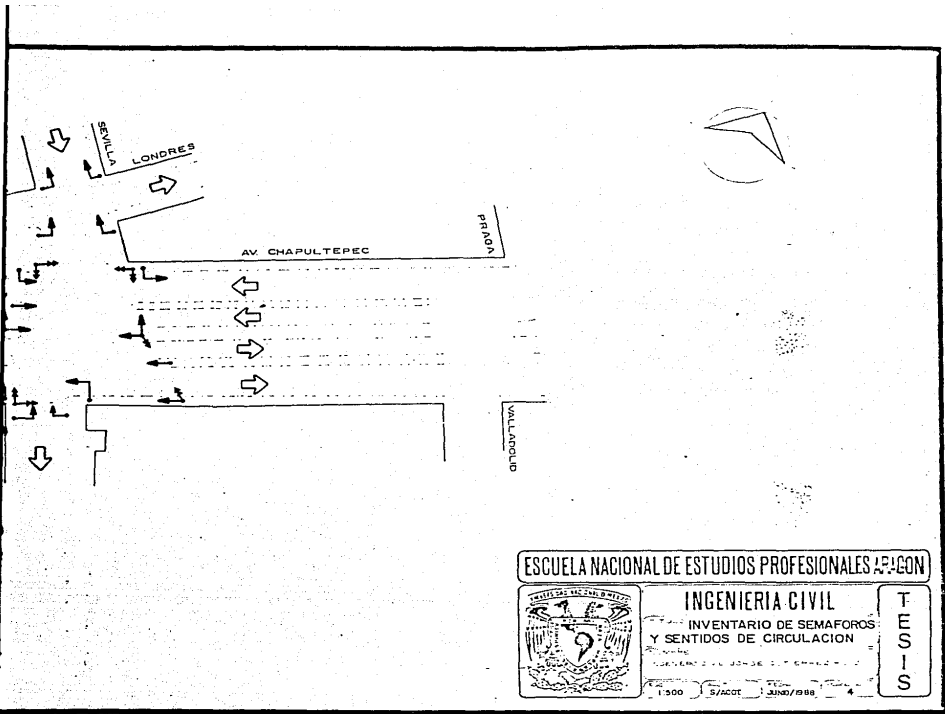


**SIMBOLOGIA**

- SEMAFOROS PEATONALES
- SEMAFOROS VEHICULARES EN POSTE
- SEMAFORO VEHICULAR EN MENSULA
- SENTIDO DE CIRCULACION

WALLINGTON





ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES A.P. CON



**INGENIERIA CIVIL**  
 INVENTARIO DE SEMAFOROS  
 Y SENTIDOS DE CIRCULACION

T  
E  
S  
I  
S

1300 S/ACOT JUNO/1988 4



sistema de computadoras que regula y coordina tanto a los semáforos localizados en la misma zona. El flujo vehicular está dividido en dos fases correspondientes a cada movimiento en la intersección, tal como se ilustra en el esquema de la figura No. 2.

### c) Aforos Vehiculares.

Para conocer el número de vehículos que circulan en la intersección se han efectuado aforos durante 16 horas continuas en cada uno de los accesos del cruce. En este recuento se toma la totalidad de vehículos que componen el volumen de tránsito con el propósito de conocer las horas en que se presentan los volúmenes máximos.

Se hicieron observaciones para determinar el comportamiento del tránsito y se establecieron los días de máxima demanda, que para este caso resultaron ser miércoles y viernes. Los recuentos se hicieron a través de personal de campo utilizando contadores manuales. En las figuras 3 y 4 se muestran las formas para aforos de 16 horas utilizadas para esta intersección en donde se anotan los volúmenes registrados así como algunos datos complementarios.

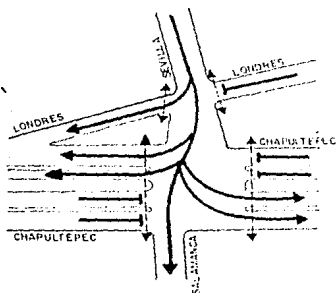
Dentro de los días en que se tienen los volúmenes máximos de la semana hay algunos periodos tomados generalmente de una hora en los que el recuento resulta mayor que en las horas restantes. A esos periodos se les denomina de máxima demanda.

La variación de volúmenes en esta intersección se presenta

# FASES DE LOS SEMAFOROS

70

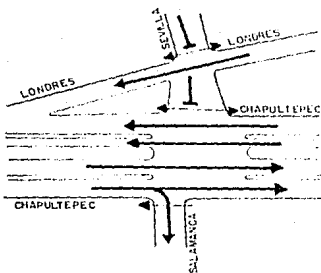
FASE 1



V = 38.5 SEG  
 A = 1.5 SEG  
 C = 80.0 SEG



FASE 2



V = 38.5 SEG  
 A = 1.5 SEG

← → PEATONES

Figura 2

UNAM	ARAGON	ENEP
INGENIERIA CIVIL		
FECHA	JORGE GUTIERREZ	

NOTA: TIEMPOS PROMEDIO POR ESTAR REGULADO EL SEMAFORO POR COMPUTADORA



## VOLUMENES DE TRANSITO

INTERSECCION AV. CIUDADITEC Y LINEA 3 DEL CALVAZAR

COLONIA CIUDADITEC DIA DE LA SEMANA MIÉRCOLES  
 CIUDAD                      FECHA 28-11-99  
 CONDICIONES ATMOSFERICAS LUVIOSO Y DEL PAVIMENTO ASfalto  
 ACCESO ITE AV. CIUDADITEC

TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO			TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO		
	A	B	C		A	B	C
6:00 :15	98			15:00 :15	416		
:15 :30	112			:15 :30	416		
:30 :45	120			:30 :45	430		
:45 7:00	168			:45 19:00	430		
TOTAL	498			TOTAL	1458		
7:00 :15	232			19:00 :15	499		
:15 :30	222			:15 :30	507		
:30 :45	311			:30 :45	511		
:45 8:00	401			:45 19:00	515		
TOTAL	1166			TOTAL	1428		
8:00 :15	439			19:00 :15	499		
:15 :30	424			:15 :30	457		
:30 :45	373			:30 :45	451		
:45 9:00	504			:45 19:00	493		
TOTAL	1740			TOTAL	1629		
9:00 :15	408			19:00 :15	421		
:15 :30	323			:15 :30	434		
:30 :45	419			:30 :45	472		
:45 10:00	428			:45 19:00	494		
TOTAL	1578			TOTAL	1729		
10:00 :15	484			19:00 :15	443		
:15 :30	494			:15 :30	475		
:30 :45	454			:30 :45	411		
:45 11:00	481			:45 19:00	519		
TOTAL	1913			TOTAL	1829		
11:00 :15	479			19:00 :15	458		
:15 :30	444			:15 :30	476		
:30 :45	413			:30 :45	399		
:45 12:00	402			:45 20:00	375		
TOTAL	1738			TOTAL	1609		
12:00 :15	395			20:00 :15	341		
:15 :30	367			:15 :30	337		
:30 :45	356			:30 :45	263		
:45 13:00	396			:45 21:00	417		
TOTAL	1514			TOTAL	1356		
13:00 :15	420			21:00 :15	394		
:15 :30	326			:15 :30	377		
:30 :45	424			:30 :45	244		
:45 14:00	335			:45 22:00	341		
TOTAL	1505			TOTAL	1299		

OBSERVADOR

MIGUEL-ALEJANDRO-JORGE-DARIS

de la siguiente manera: para el acceso Norte, Sevilla, a partir de las 8 de la mañana se observan volúmenes cercanos a los 3500 vehículos por hora, notándose un volumen mayor, de 4150 veh/hora, de las 17 a las 20 horas. A partir de esta hora el volumen desciende bruscamente a las 21 horas, hasta los 2500 veh/hora aproximadamente y continúa descendiendo hasta las primeras horas del día. El promedio de ocupación del acceso durante el período aforado es del orden de los 3200 veh/hora.

Para el acceso poniente, de Av. Chapultepec, se tienen volúmenes bajos en las primeras horas de la mañana, incrementándose en las horas siguientes hasta alcanzar cifras máximas de las 9 a las 11 de la mañana. Posteriormente desciende un poco, entre las 14 y 16 horas, para luego volver a subir y llegar a otro máximo de las 18 a las 19 horas; a partir de esta hora el volumen tiende a bajar paulatinamente hasta llegar a los mínimos en las primeras horas del día. Lo anterior se muestra objetivamente en la gráfica de la figura Número 5.

#### d) Aforos Direcciones.

Conocidas las horas en las cuales se presentan los volúmenes de tránsito máximos se puede realizar el recuento de vehículos identificándolos de acuerdo a su movimiento y a su clasificación. Para realizar dichos aforos, se usaron las formas de campo como la que se muestra en la Figura Número 6.

El registro de los vehículos se hizo de acuerdo a sus caracte-

### VARIACION DE VOLUMENES DE TRANSITO

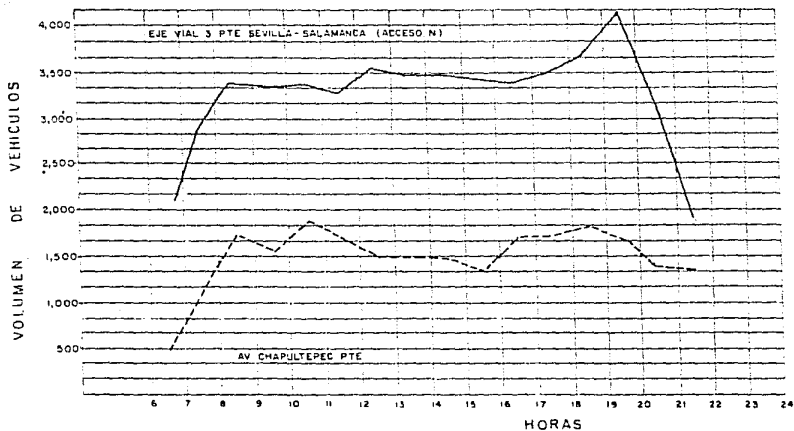


Figura 5

INTERSECCION AV CHAPULTEPEC EJE VIAL 3 PTE (SEVILLA-SALAMANCA)  
 COLONIA CONDESA CIUDAD MÉR. D.F.  
 FECHA \_\_\_\_\_ DIA DE LA SEMANA VIERNES  
 TEMPERATURA LLUVIOSO ESTADO DEL PAVIMENTO BUENO



terísticas y al uso correspondiente. Se clasificaron como A los automóviles de uso público y particular, las camionetas en sus diferentes tipos como guayín y pick-up, así como las motocicletas; como autobuses B los utilizados para el transporte de pasajeros, ya sean de servicio público o particular y en la modalidad de urbano o ferrocarrilero; finalmente, como C los vehículos destinados al transporte de carga, con más de 4 llantas. Lo anterior se puede apreciar en la forma de campo utilizada.

De los aforos vehiculares durante 16 horas mencionadas anteriormente, se observaron varias horas de máxima demanda. Sumando los volúmenes de los accesos principales en los aforos direccionales se vió que la hora de mayor volumen ocurre de 10 a 11 horas. En las figuras 7 y 8 se muestran los resultados de los recuentos vehiculares en las horas am. y pm. indicándose la clasificación y cantidad de los movimientos efectuados.

#### e) Aforos Peatonales.

El peaton es un factor importante en cualquier problema de circulación urbana, especialmente desde el punto de vista de su seguridad. Generalmente es más renuente a obedecer las leyes del tránsito, pero tampoco es respetado por los conductores. Por dichas causas un gran porcentaje de las personas muertas en accidentes de tránsito son peatones.

En el cruce en estudio los movimientos peatonales efectuados fueron registrados por medio de aforos directos utilizando formas especiales. Los aforos peatonales se hicieron en las horas



# AFORO DE VEHICULOS HOJA DE RESUMEN GRAFICO

27

INTERSECCION AV CHAPULTEPEC Y EJE 3 PTE SALAMANCA

COLONIA CUAUTEMOC - CONDESA

DIA DE LA SEMANA MIERCOLES

CIUDAD D. F.

FECHA 26 DE JUNIO DE 1987

CONDICIONES ATMOSFERICAS NUBLA00

Y DEL PAVIMENTO BUENAS

HORARIO DE 10.00 A 11.00

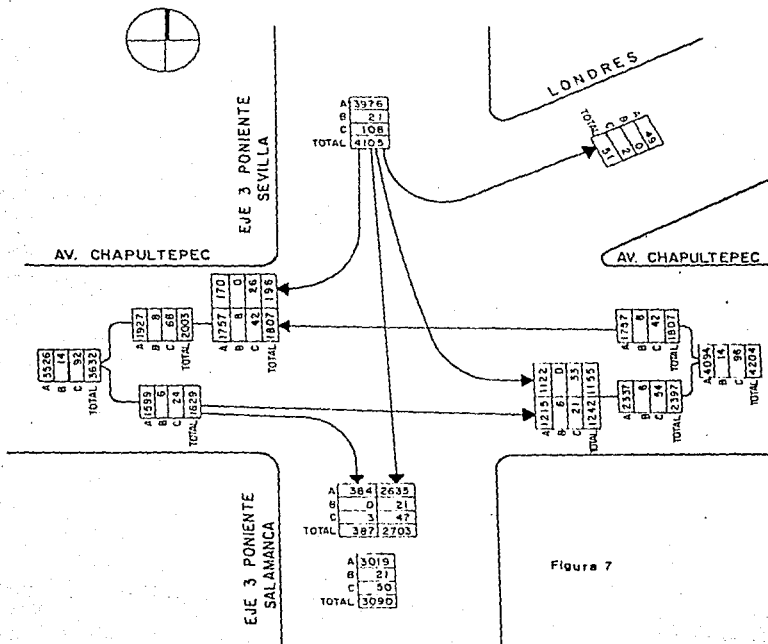


Figura 7

# AFORO DE VEHICULOS HOJA DE RESUMEN GRAFICO

79

INTERSECCION AV. CHAPULTEPEC Y EJE 3 PTE. SALAMANCA

COLONIA CUAUHTEMOC - CONDESA

DIA DE LA SEMANA MIÉRCOLES

CIUDAD D. F.

FECHA 26 DE JUNIO DE 1987

CONDICIONES ATMOSFERICAS NUBLADO

Y DEL PAVIMENTO BUENAS

HORARIO DE 19:00 A 20:00

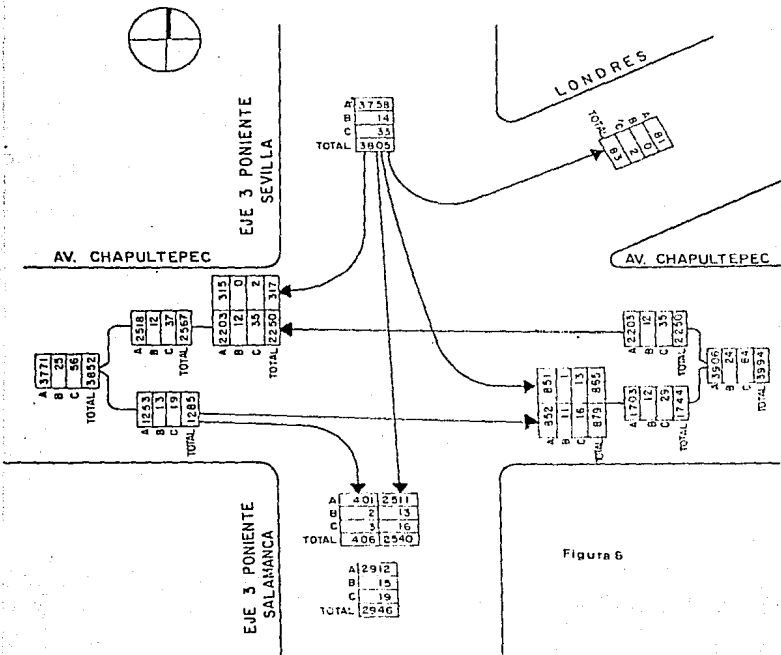


Figura 6

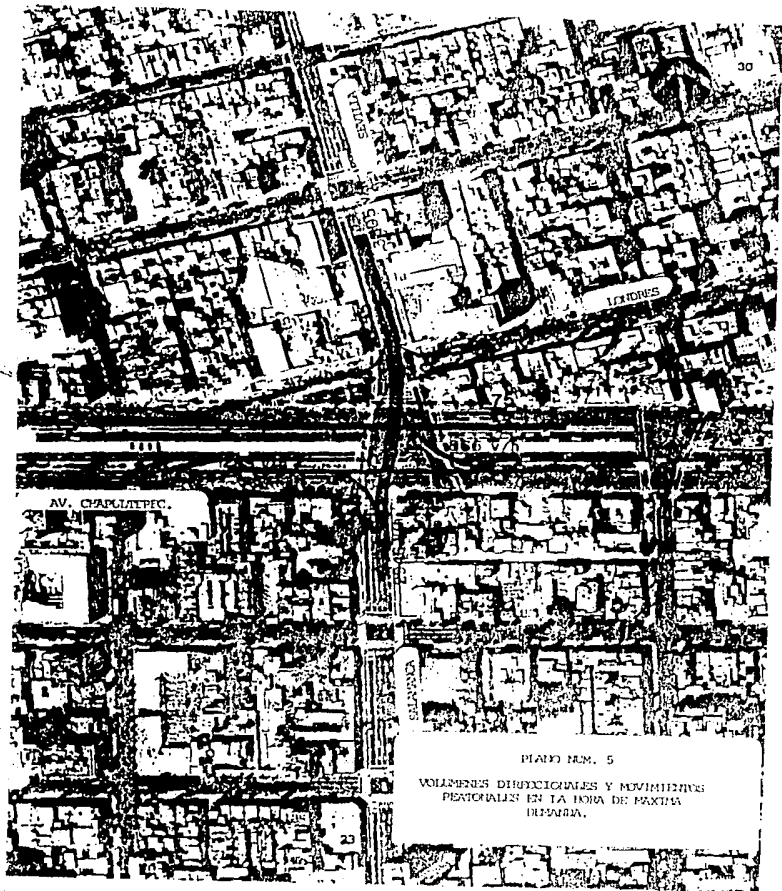
en que se presenta el mayor volumen vehicular. La razón por la que se ha tomado la hora de máxima demanda vehicular para hacer el copio de peatones se deberá que cuando se presenta la circulación con volúmenes máximos, es una indicación clara que la zona se encuentra en gran actividad, y por lo tanto, se tendrán los mayores conflictos entre peatones y vehículos. ( Ver plano 5 ).

#### *f) Accidentes de Tránsito.*

El transporte automotor, si bien ha venido a facilitar la vida del hombre e influir notablemente en sus actividades sociales y económicas, también ha llegado a constituir una importante fuente de accidentes, originando miles de muertes cada año.

Las estadísticas de accidentes constituyen un valioso auxilio para el conocimiento de las condiciones de operación de las calles, avenidas y sus cruces. Esa información es valiosa para precisar fallas operacionales que pueden mejorar los proyectos geométricos y los dispositivos de control.

Esto ha despertado gran inquietud entre los especialistas en planeación vial, motivando numerosos estudios para determinar los factores de seguridad que intervienen en la operación de las vías de circulación. Cabe entonces mencionar que un accidente se define como: un suceso eventual e inesperado en que involuntariamente resultan dañadas personas o cosas.



PLANO NUM. 5

VOLUMENES DIRECCIONALES Y MOVIMIENTOS  
PEATONALES EN LA HORA DE MAXIMA  
DEMANDA.

Considerando que los accidentes viales son el resultado de la falta de uno o varios de los siguientes elementos:

	CONDUCTOR
ELEMENTOS FUNDAMENTALES	PEATON
DEL TRANSITO	VEHICULO
	VIA

estadísticamente en México, las causas antes mencionadas presentan los siguientes porcentajes:

FALLAS DEL FACTOR HUMANO

( Conductor & Peatón )

60 % a 80 %

FALLAS DE ELEMENTOS MATERIALES

( Vehículo y Vía )

40 % a 20 %

Dentro de las fallas atribuidas al factor humano encontramos las siguientes acciones: Velocidad en exceso, Invasión de carril e impericia del conductor; de los accidentes en los que incurre un automovilista también influye: La fatiga, La impreparación del conductor y la hipnosis del camino.

*Accidentes mortales***CLASIFICACION DE ACCIDENTES  
SEGUN EL DANO QUE ORIGINAN***Accidentes con heridos**Accidentes materiales**( A.I.S.S. )*

*Partiendo del objetivo principal de la ingeniería de tránsito cuyo fin principal es: crear las condiciones necesarias para que el transporte de personas y cosas llegen con seguridad e ro de tránsito debe de seguir los siguientes fundamentos:*

- 1. Compilar estadísticas que permitan orientar la acción a seguir.*
- 2. Investigar las causas que originan los accidentes viales y formular soluciones.*
- 3. Selección y aplicación de las medidas de Ingeniería de Tránsito para evitarlos.*

*En 1961 la Organización Mundial de la Salud, (OMS) manifestó por primera vez, durante la 19a. Asamblea Mundial, la necesidad de crear un sistema para la prevención de los accidentes de la vialidad. Y en el año de 1981 se celebró en la Ciudad de México la pri-*

mera conferencia de la Organización Mundial de la Salud, sobre la "Prevención de Accidentes Viales".

Dada la concentración de accidentes en las intersecciones, la atención del proyecto debe ser mayor, con el objeto de equilibrar las demandas del tránsito en cuanto a volumen, velocidad, características de aceleración y desaceleración con el proyecto apropiado

Aunque no es posible registrar todos los hechos viales que acontecen debido principalmente a que en accidentes con daños de poca cuantía los conductores llegan a un arreglo, la información recabada por las Agencias del Ministerio Públicas proporcionan datos que son de gran utilidad para los fines que se persiguen en el estudio.

Durante el año de 1987 los registros de la Procuraduría de Justicia del D.F. muestran que en el cruce que forman las Avenidas en estudio, hubo solamente un accidente del que tomó conocimiento la autoridad. Este se originó debido a que un conductor en estado de ebriedad no obedeció la señal de alto indicada por el semáforo, ocasionando una colisión con otros dos autos. El saldo fue únicamente de daños materiales. Ver tabla número 1 y plano número 6.

---

\*\*\* Como se mencionó anteriormente la mayoría de los factores que originan accidentes, se deben al factor humano, cuyo remedio se encuentra fuera del alcance del Ingeniero de Tránsito.

TABLA NUM. 1  
ACCIDENTES DE TRANSITO

INTERSECCION: Sevilla-Salamanca y Chapultepec  
COORDINADAS \_\_\_\_\_ DELEGACION \_\_\_\_\_

NO	MES	DIA	HORA	TIPO	CAUSA APARENTE	PERDIDAS	HERIDOS	MUERTOS
1	OCTUBRE	31	20:30	CHOQUE	Conductor no respetó la señal del semáforo. Estado de ebriedad.	X	X	18000/20000/120000
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

PERIODO 1º de Enero al 31 de Diciembre

AÑO 1987

CONCEPTO	Nº	IMPORTE
TOTAL DE ACCIDENTES	1	
MUERTOS	-	
HERIDOS	-	
DAÑOS MATERIALES		\$ 158,000.00
PERDIDAS TOTALES		

RECOPIADOR: \_\_\_\_\_

FECHA: 23 Mayo 88.



g) *Inventario de Rutas de transporte Público.*

Las rutas de autobuses quedan el servicio de transporte al público en el cruce de Av. Chapultepec-Sevilla y Salama ca pertenecen a varias empresas particulares, a excepción de una ruta que es manejada por el Departamento del Distrito Federal.

En la Av. Chapultepec da servicio la siguiente ruta :

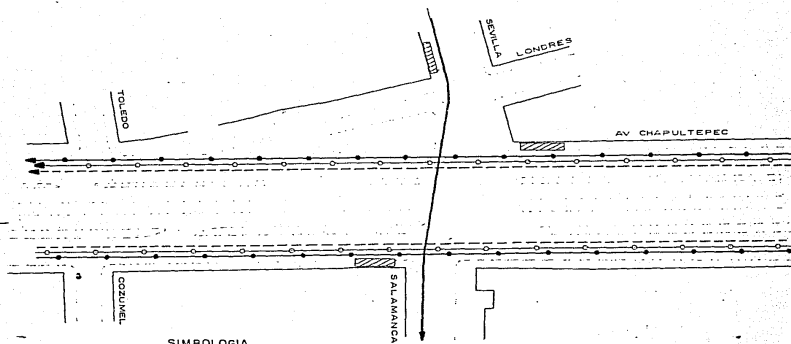
1. Ruta directa 30, " Km. 13 Carretera Toluca-Sta. Martha Acatitla ". ( Ruta 100 ).

En el Eje 3 Poniente tiene:






1. Ruta Directa 19, Rio de los Remedios Copilco-C.U.

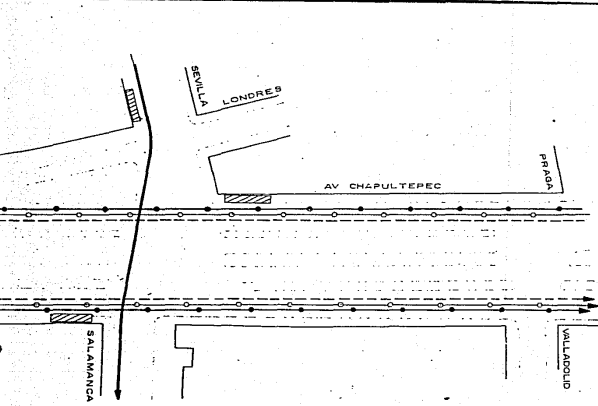
La frecuencia del paso de los autobuses, en todas las rutas es muy variable. En el plano Núm. 7 se indican los movimientos que realizan los transportes públicos y los espacios en la calle utilizados para ascenso y descenso de los usuarios. Puede observarse que las paradas de los autobuses se hacen antes de cruzar la intersección. Esto ocasiona que que muchas veces, los vehículos de ese carril no avanzan a pesar de tener la luz verde, por hacer la parada.

En cuanto a rutas de automóviles colectivos existe la ruta Metro Chapultepec-Fray Servando-Colonia Puebla, que opera a lo largo de la Av. Chapultepec continuando por Dr. Río de la Loza y Fray Servando Teresa de Mier, desembocando en el Cir-



**SIMBOLOGIA**

-  ZONA DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJE
-  RUTA DIRECTA 30 "Km 13 CARRETERA TOLUCA-STA MARTA ACATITLA" (RUJA 100 D.D.F.)
-  RUTA DIRECTA 30 "Km 13 CARRETERA TOLUCA-STA MARTA ACATITLA"
-  AUTOMOVILES COLECTIVOS "METRO CHAPULTEPEC-AV. 8-COL. PUEBLA"
-  RUTA DIRECTA 19 "RIO DE LOS REMEDIOS-COPILCO C.U."



UCA- STA MARTA ACATITLA" (RUJA 100 D.D.F.)  
 UCA- STA MARTA ACATITLA"  
 ULTEPEC- AV. 9 - COL. PUEBLA"  
 S- COPILCO C.U."

<b>ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON</b>		
	<b>INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>RUTAS DE TRANSPORTE PUBLICO A FEBRERO 1988</b>	
	NOMBRE INGENIERO CIVIL JORGE GUTIERREZ MUIZ	
	FECHA 1.500	GRADO 5/ACCT
		<b>T E S I S</b>

*cuito interior.*

#### **h) Estudios de Velocidades y Demoras.**

*En los sistemas de viabilidad urbana una medida de la calidad del flujo son las velocidades vehiculares. Una forma de medirla es por medio de estudios de tiempos de recorrido y demoras a lo largo de un tramo de la vía se trata de determinar los lugares donde ocurren éstos en el tránsito y las causas que ocasionan dichos retardos.*

*Es evidente que cuando se realizan dichos estudios las mayores demoras ocurren en las intersecciones, por lo que esos lugares requieren un tratamiento especial.*

*Para efectuar el estudio de tiempo de recorrido se utilizó el método de observación de placas de circulación que aunque no proporciona información sobre las causas de demoras se obtiene buena exactitud en los tiempos y velocidades de recorrido. Las observaciones se realizaron en las horas de máxima demanda.*

*Para realizar el estudio se seleccionó un tramo de manera tal que el cruce quedara dentro de él. Se midieron los tiempos en que invirtieron los conductores para entrar en el cruce y salir de él. Se situaron dos personas en cada extremo del tramo seleccionado, un observador provisto de un cronómetro y un anotador con hojas de campo. Se anotaron las 3 ci-*

fras últimas de las placas de los vehículos que pasaban frente a ellos, así como la hora.

Posteriormente en gabinete, se determinó la diferencia entre los tiempos de observación correspondientes a cada placa que serán los tiempos de recorrido de cada vehículo.

La longitud del tramo considerado se midió directamente con cinta de acero, obteniéndose 140 m. para el tramo Sevilla-Salamanca y 103 m. para el respectivo de Av. Chapultepec. Con la distancia y el tiempo de recorrido se sacaron las velocidades de recorrido.

Para hacer el análisis de los tiempos de demoras se utilizaron los mismos datos del estudio de velocidades.

El tamaño de las muestras obtenidas para el estudio fue de 66 vehículos sobre Sevilla y 94 sobre Chapultepec, muestras mayores que las requeridas por la especificaciones del Manual del Estudios de Ingeniería de Tránsito. Las observaciones realizadas se agruparon en intervalos de clase anotando cada uno su frecuencia respectiva. A continuación se muestran las tabulaciones para cada uno de los accesos al cruce. Ver tabla 2 y 3.

#### *i) Inventario de Estacionamientos.*

Con el propósito de evaluar y proponer alternativas de

T A B L A N o . 2  
 DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO  
 TRAMO SEVILLA-SALAMANCA. ( 140 m )

T I E M P O D E R E C O R R I D O		V E L O C I D A D E S	
VEHICULOS TIPO		VEHICULOS TIPO	
A+B+C		A+B+C	
INTERVALO DE CLASE SEG.	NUMERO DE VEHICULOS	INTERVALO DE CLASE SEG.	NUMERO DE VEHICULOS
5-10	14	7.0-10.00	13
11-20	31	10.1-15.00	5
21-30	3	15.1-20.00	1
31-40	1	20.1-25.00	2
41-50	4	25.1-30.00	3
51-60	12	30.1-35.00	2
61-70	1	35.1-40.00	12
		40.1-45.00	3
		45.1-50.00	11
		50.1-55.00	6
		55.1-60.00	6
		60.1-65.00	1
		65.1-70.00	0
		70.1-75.00	1
S U M A . . . . . 66		. . . . . 66	

## T A B L A No. 3

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO  
 TRAMO SOBRE AV. CHAPULTEPEC EN SU INTERSECCION  
 CON AV. SEVILLA ( 103 m )

T I E M P O  
D E R E C O R R I D O

## VEHICULOS TIPO

A+B+C

INTERVALO DE CLASE SEG.	NUMERO DE VEHICULOS
-------------------------------	------------------------

## V E L O C I D A D E S

## VEHICULOS TIPO

A+B+C

INTERVALO DE CLASE SEG.	NUMERO DE VEHICULOS
-------------------------------	------------------------

3-10	26	5.0-7.000	10
11-20	1	7.1-9.000	25
21-30	17	9.1-11.00	14
31-40	15	11.1-13.00	7
41-50	23	13.1-15.00	4
51-60	11	15.1-17.00	6
61-70	1	17.1-19.00	2
		19.1-25.00	1
		25.1-30.00	0
		30.1-35.00	0
		35.1-40.00	0
		40.1-45.00	3
		45.1-50.00	1
		50.1-55.00	12
		55.1-60.00	0
		60.1-65.00	9
		65.1-70.00	9

S U M A ..... 94

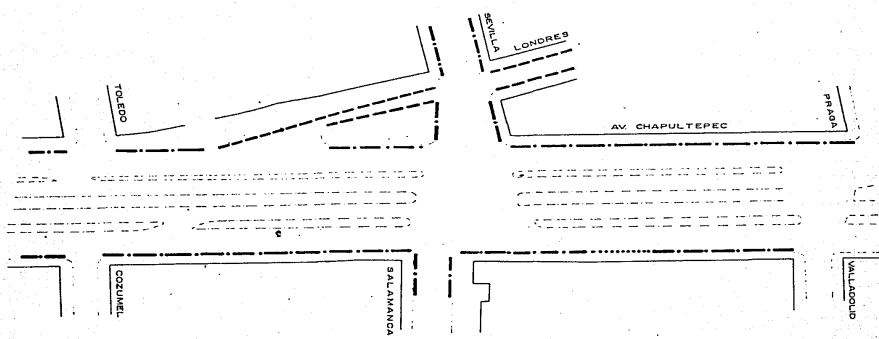
..... 94

*solución para el problema operacional, se realizó una recopilación de informes concernientes a la localización y las condiciones del estacionamiento en el cruce mencionado, así como sus restricciones legales existentes. También se investigaron las condiciones de estacionamiento fuera de la vía pública, es decir en zonas o lugares utilizados para este fin, de uso particular o público.*

*En la Av. Chapultepec se ha prohibido el estacionamiento, así como también en el Eje 3 Pte. Sevilla-Salamanca, en donde no se presentan casos de usuarios que pretendan estacionarse no siendo así sobre la Av. Chapultepec. En lo que respecta a la Av. Londres esta permitido el estacionamiento mediante la tarjeta obligatoria de control.*

*El inventario de estacionamiento dentro y fuera de la calle, así como las restricciones, se muestran en el plano No. 8.*

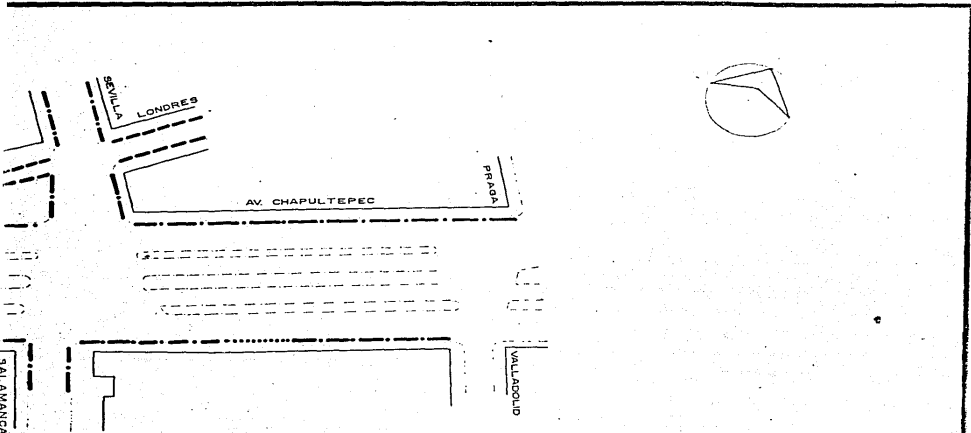




**SIMBOLOGIA**

- — — — — ZONA DE PROHIBICION DE ESTACIONAMIENTO
- - - - - ZONA DE ESTACIONAMIENTO LIBRE
- ..... ESTACIONAMIENTO EN ZONA PROHIBIDA





ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN



**INGENIERIA CIVIL**  
 TÍTULO: INVENTARIO DE CONDICIONES DE ESTACIONAMIENTOS  
 TÍTULO: INGENIERO CIVIL JORGE GUTIERREZ  
 ESCALA: 1:500  
 FECHA: JUNIO/1988

**TESIS**

## CAPITULO TRES

### ANALISIS DE DATOS

#### a) Velocidades y Demoras

Una vez que se han recopilado los datos de campo se ordena la información tabulándola para su análisis. Mediante la aplicación de técnicas estadísticas se puede obtener una evaluación de los resultados de estudio.

Para hacer el análisis estadístico de los datos, se cubrirán dos aspectos; el ordenamiento de datos y la estadística descriptiva.

#### Ordenamiento de Datos

Cuando los datos se arreglan sistemáticamente de acuerdo con la frecuencia con que ocurren las diferentes clasificaciones de tamaños, como puede ser el agrupamiento por velocidades, la tabulación que resulta nos proporciona una distribución de frecuencia que es una manera conveniente para resumir los datos. En la tabla No. 4, se ilustra la distribución de frecuencia de velocidades de recorrido para Eje Vial 3 Pte. Sevilla-Salamanca.

El rango obtenido para la distribución de velocidades fue de 7.2 Km/hora a 72 Km/hora. Se eligió un intervalo de clase

DISTRIBUCION DE VELOCIDADES DE RECORRIDO  
 TRAMO AV. CHAPULTEPEC, SOBRE SEVILLA-SALAMANCA

INTERVALO	PUNTO MEDIO	PRECUCENCIA OBSER.	PREC. ACUM.	P1X1	P1(X1) 2		
SEG.	X1	P1	%	P1	%		
7.0-10.0	8.5	13	19.7	13	19.7	110.5	939.3
10.1-15.0	12.5	5	7.6	18	27.3	62.5	791.3
15.1-20.0	17.5	1	1.5	19	28.8	17.5	306.3
20.1-25.0	22.5	2	3.0	21	31.8	45.0	1012.5
25.1-30.0	27.5	3	4.5	24	36.3	82.5	2263.3
30.1-35.0	32.5	2	3.0	26	39.3	65.0	2112.5
35.1-40.0	37.5	12	18.2	38	57.5	450.0	16875.0
40.1-45.0	42.5	3	4.5	41	62.0	127.5	5418.8
45.1-50.0	47.5	11	16.7	52	78.7	522.5	24819.8
50.1-55.0	52.5	8	9.1	58	87.8	315.0	16537.5
55.1-60.0	57.5	6	9.1	64	96.9	345.0	19937.5
60.1-65.0	62.5	1	1.5	65	98.4	62.5	3906.3
65.1-70.0	67.5	0	00.0	65	98.4	000.0	00000.0
70.1-75.0	72.5	1	1.6	66	100.0	72.5	5256.3
S U M A		66	100.0			2278.0	100070.0

igual a 5 Km/hora lo cual nos dió como consecuencia 14 intervalos. A continuación, procediendo a sumar el número de observaciones en cada clase se obtuvo la frecuencia de incidencias para cada clasificación de tamaño. La suma de la frecuencias de cada clase es igual al tamaño de la muestra o sea el número total de observaciones de campo consideradas.

También se obtuvo la frecuencia relativa expresada en la tabla mediante un porcentaje. La suma de la frecuencias relativas hacen un total del 100%. Las distribuciones de frecuencias relativas proporcionan un formato más conveniente para los resúmenes de datos porque se elimina la referencia al tamaño de la muestra. Además permite la comparación directa de los resultados obtenidos con otras muestras de tamaño variable. A continuación se calculó la frecuencia acumulativa sumando las frecuencias desde los valores pequeños hasta los mayores de la variable en estudio.

Finalmente se obtuvo la frecuencia acumulada y expresada en porcentajes.

El análisis de los tiempo de recorrido fue realizado haciéndole el mismo tratamiento a los datos tomados. En la tabla No. 5 se presenta la tabulación respectiva.

## T A B L A No. 5

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO  
TRAMO SEVILLA-SALAMANCA

INTERVALO DE CLASE	PUNTO MEDIO	PRECUENCIA	OBSER.	PRSC.	ACUM.	PiXi	Pi(Xi)2
SEG.	Xi	Pi	%	Pi	%		
5-10	7.5	14	21.2	14	21.2	105	787.5
11-20	15.0	31	47.0	45	68.2	465	6975.0
21-30	25.0	3	4.5	48	72.7	75	1875.0
31-40	35.0	1	1.5	49	74.2	35	1225.0
41-50	45.0	4	6.0	53	80.2	180	8100.0
51-60	55.0	12	18.2	65	98.4	660	36300.0
61-70	65.0	1	1.6	66	100.0	65	4225.0
S U M A		66	100.00			1585.0	59497.5

### Estadística Descriptiva

Por medio de la estadística descriptiva se evalúan y se analizan las variables que están asociadas con el problema de tránsito en estudio, a través de unos valores determinados como son la media aritmética y la desviación estándar.

La media aritmética para datos agrupados se determinó como sigue:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i X_i}{F_i}$$

Donde  $F_i$ ;  $X_i$  son la frecuencia y el punto medio del  $i$ -ésimo grupo, y  $F_i$  es la suma de la frecuencias para todas las clases.

Los valores de la media aritmética para las velocidades y tiempos de recorridos del tramo Salamanca-Sevilla son los siguientes:

$$\bar{X}_v = \frac{2250}{66} = 34.36 \text{ Km/hora}$$

$$\bar{X}_t = \frac{1585}{66} = 24.0 \text{ segundos}$$

La desviación estándar se determinó mediante la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i X_i^2 - \frac{(\sum F_i X_i)^2}{N}}{N-1}}$$

En donde "S" es la desviación estándar para un conjunto de datos agrupados. Sustituyendo, tanto para las velocidades como para los tiempos tenemos:

$$S_v = \sqrt{\frac{98720 - \frac{2768^2}{66}}{65}} = 17.08 \text{ Km/h}$$

$$S_t = \sqrt{\frac{59487 - \frac{1585^2}{66}}{65}} = 18.51 \text{ Km/h}$$

Cabe señalar que la desviación estándar aumenta en valor a medida que las observaciones se dispersan a mayores distancias de la media.

La forma de la distribución de los datos es otro indicador de las observaciones muestreadas. La forma de los datos se puede describir con las siguientes gráficas.

- Diagrama de frecuencias
- Diagrama de frecuencias acumulativas

El diagrama de frecuencias se construye dibujando una



gráfica con los valores medios del intervalo de clase (marcas de clase) en las abscisas y la frecuencia relativa correspondiente en el eje de las ordenadas.

Los diagramas de frecuencias acumulativas se dibujan registrando en el eje de la abscisas la frontera superior de cada intervalo de clase y en las ordenadas su frecuencia relativa acumulada expresada en porcentajes.

A continuación se presentan los diagramas de frecuencia y frecuencia acumulativa para tiempos y velocidades de recorrido del tramo Sevilla-Salamanca. Figuras 7, 8 y 9.

Para el tramo de la Av. Chapultepec en su intersección con la Av. Sevilla-Salamanca, se aplicó el mismo procedimiento del cual se obtuvieron los resultados que aparecen en las tablas número 6 y 7.

La media aritmética para las velocidades y los tiempos de recorrido son:  $X_v = \frac{2061}{94} = 21.9 \text{ Km/h}$

$$X_t = \frac{2839}{94} = 30.2 \text{ seg.}$$

$$S_v = \sqrt{\frac{83726 - \frac{(2061)^2}{94}}{93}} = 20.35 \text{ Km/h} \quad S_t = 71.55 \text{ seg.}$$

En las gráficas siguientes se presentan los Diagramas de Frecuencias y de Frecuencias Acumuladas, tanto para tiempos como para velocidades de recorrido, para el tramo de Chapultepec sobre Salamanca-Sevilla.

Haciendo un resumen de los valores estadísticos obtenidos

TRAMO. SALAMANCA-SEVILLA  
 DIAGRAMA DE FRECUENCIAS PARA VELOCIDADES DE RECORRIDO.

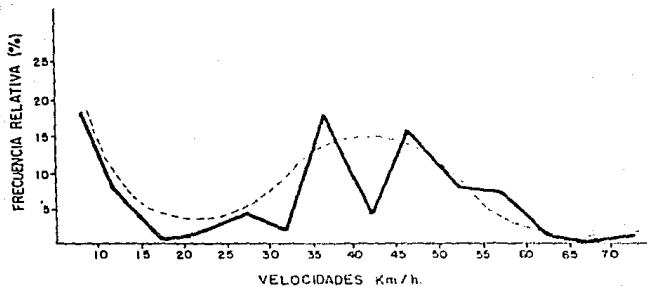


DIAGRAMA DE FRECUENCIAS PARA TIEMPOS DE RECORRIDO.

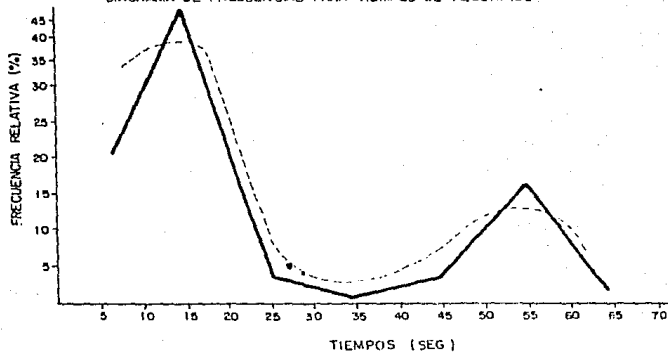


FIGURA 7

TRAMO SEVILLA - SALAMANCA  
CURVA DE DISTRIBUCION DE VELOCIDADES.

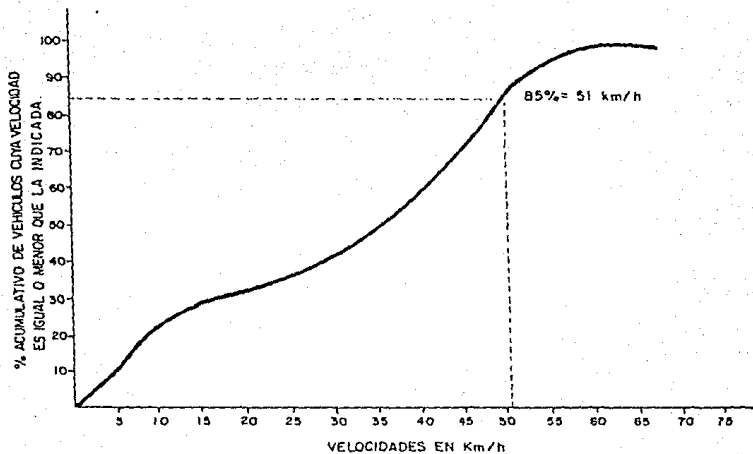


FIGURA 8

TRAMO: SEVILLA-SALAMANCA.

CURVA DE DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO

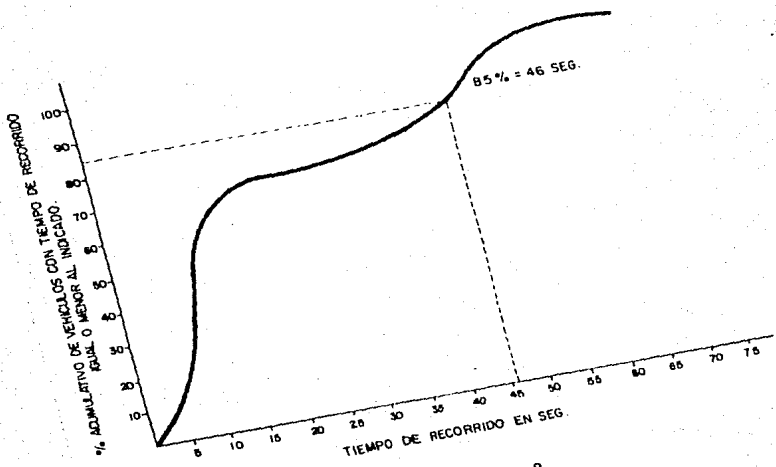


FIGURA 9

Table III. 6

DISTRIBUTION OF ELECTRICITY CONSUMPTION  
 TRAILER AND LIGHT TRUCKS, SOURCE: U.S. DEPARTMENT OF ENERGY.

INTERVAL	$A_i$	$f_i$	$h_i$	$F_{100}$	$h_{100}$	$F_{100}$	$F_{100}^2$
5.0- 7.0	6.0	35	10.0	35	3.0	60	360
7.1- 9.0	8.0	25	20.6	25	39.2	105	1500
9.1- 11.0	10.0	15	36.3	45	51.1	140	1600
11.1- 13.0	12.0	7	43.4	52	59.9	84	1000
13.1- 15.0	14.0	4	47.8	56	65.7	56	784
15.1- 17.0	16.0	2	49.8	58	70.1	56	3136
17.1- 19.0	18.0	2	50.3	60	72.2	36	648
19.1- 25.0	22.0	1	51.1	61	72.1	22	484
25.1- 26.0	25.5	0	51.1	61	72.2	0	0
26.1- 25.0	25.5	0	51.1	61	72.2	0	0
25.1- 30.0	27.5	0	51.1	61	72.2	0	0
30.1- 45.0	37.5	2	53.0	73	90.5	129.5	5430.0
45.1- 50.0	47.5	1	54.1	73	97.6	49.5	2450.0
50.1- 55.0	52.5	1	55.0	75	101.5	52.0	2700.0
55.1- 60.0	57.5	0	55.0	75	101.6	0	0
60.1- 65.0	62.5	0	55.0	75	101.6	0	0
65.1- 70.0	67.5	0	55.0	75	101.6	0	0
SUM:	$F_1$	56	100.0			206.1	33700

## T A B L A No. 7

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO

TRAMO AV. CHAPULTEPEC, SOBRE SEVILLA-SALAMANCA

INTERVALO DE CLASE SEG.	PUNTO MEDIO Xi	PRECUENCIA Pi	OBSER. %	PREC. Pi	ACUM. %	Pixi	Pi(Xi) <sup>2</sup>
3-10	6.5	26	27.66	26	27.66	169	1098.5
11-20	15.0	1	1.06	27	28.72	15	225.0
21-30	25.0	17	18.08	44	46.80	425	10625.0
31-40	35.0	15	15.96	59	62.76	525	18375.0
41-50	45.0	23	24.47	82	87.23	1035	46575.0
51-60	55.0	11	11.70	93	98.93	605	33275.0
61-70	65.0	1	1.07	94	100.00	65	4225.0
S U M A .....		94	100.00			2839.0	114398.5

TABLA NUM. 3

## RESUMEN DE VELOCIDADES DE OPERACION

TRAMO	VELOCIDAD (km/h)		VALOR DE LA VELOCIDAD (km/h)
	MEDIA	DESV. ESTAND.	35 PORCENTUAL
SALAMANCA - SEVILLA	34.36	17.93	51.00
AV. CHAFUTTEPEC, SOB- RE SALAMANCA - SE - VILLA.	21.30	20.35	47.50

para cada uno de los tramos estudiados, es posible comparar las condiciones del tránsito que se presentan para ellos en el cruce. La tabla siguiente ilustra las estadísticas correspondientes:

En ambos casos la desviación estándar de la velocidad media es muy grande, lo que indica que hay mucha diferencia de velocidades entre los distintos vehículos que cruzan los tramos analizados. Por lo tanto, para evaluar la velocidad del flujo de tránsito en el cruce, tomamos en cuenta más que la velocidad media, el valor "85 percentual" que es un dato estadísticamente más representativo. En los dos tramos el valor "85 percentual" es alto, de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Este considera que la velocidad promedio de 20 Km/hora registrada en el D.F. es baja.

Debe tomarse en cuenta que el semáforo que regula este cruce forma parte, como ya se mencionó, del sistema de semáforos manejados por computadora. Esto da como resultado una adecuada sincronización entre este semáforo y los alrededores, localizados sobre la Av. Chapultepec al igual que el localizado al norte del cruce sobre Sevilla. El resultado es la "ola verde" en este sector con velocidades relativamente del orden altas.

Estos valores de velocidades servirán en un futuro para hacer el estudio de "antes y después". En este estudio se



TRAMO AV. CHAPULTEPEC SOBRE SEVILLA/SALAMANCA  
 DIAGRAMA DE FRECUENCIAS PARA VELOCIDADES DE RECORRIDO

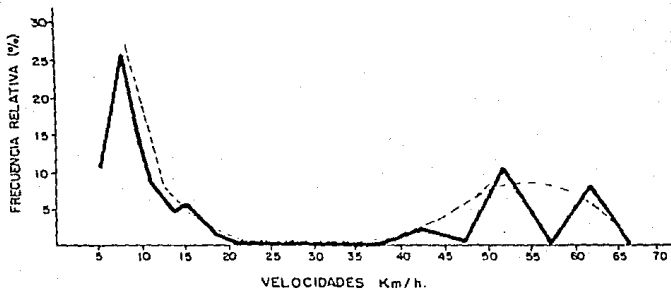
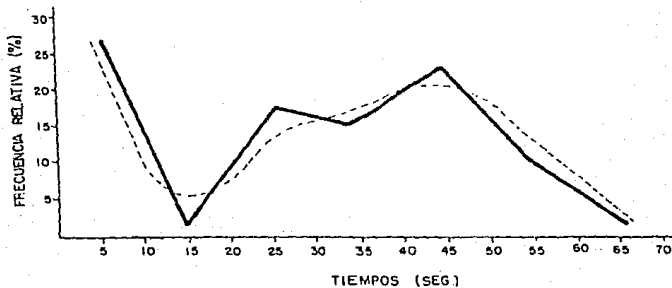
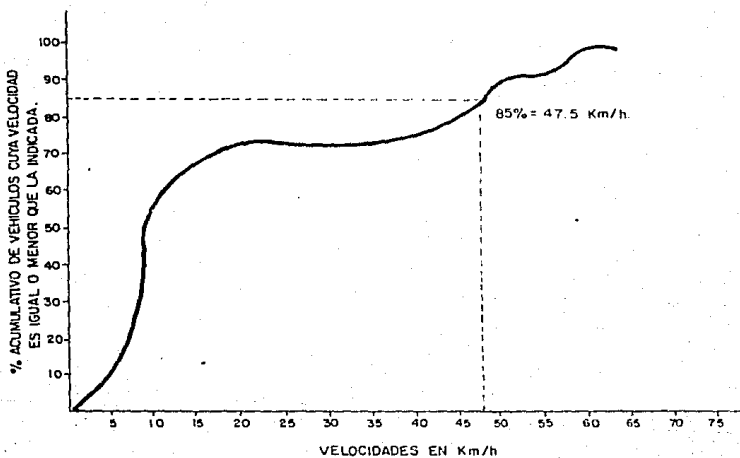


DIAGRAMA DE FRECUENCIAS PARA TIEMPOS DE RECORRIDO.



TRAMO A. CHAPULTEPEC SOBRE SEVILLA /SALAMANCA

CURVA DE DISTRIBUCION DE VELOCIDADES.



## TRAMO AV. CHAPULTEPEC SOBRE SEVILLA /SALAMANCA

## CURVA DE DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO

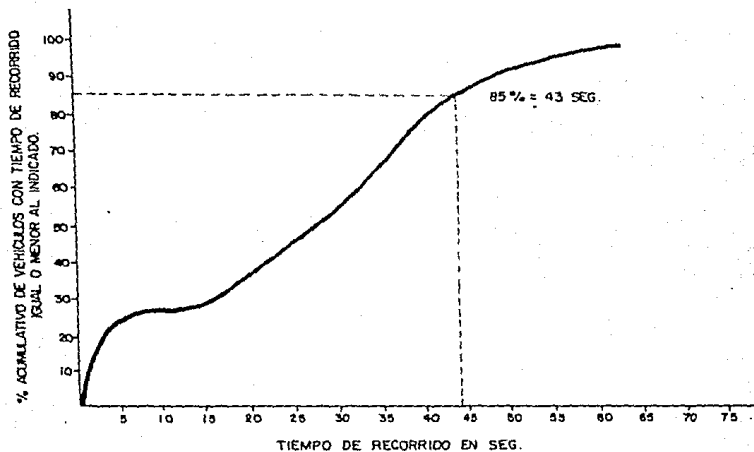


FIGURA NO. 12

podrán comparar las velocidades de "antes" y después de hacer la modificación al cruce, la mejora en cuanto al aumento de velocidades promedio podrá determinarse.

**b) Accidentes.**

El saldo de los accidentes de tránsito indica una situación casi en blanco como se muestra en las cifras siguientes:

**SALDO DE ACCIDENTES EN 1987**

	Muerto	Heridos	Daños materiales
Por choque	0	0	5 veh.
Por atropellamiento	0	0	-

La mayoría de estos accidentes fueron por que los conductores no respetaron la señal del semáforo ó por que se encontraban en estado de ebriedad. Los daños materiales fueron por \$ 300,000.00. La mayor parte de ellos ocurrieron en viernes.

El hecho de ser en día viernes coincide con la mayor profusión de accidentes durante los fines de semana detectados en otros cruces de la Av. Chapultepec. Esto indica la necesidad de mayor vigilancia en viernes y sábados.

c) *Capacidad y niveles de servicio.*

*El Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de Ex-Secretaría de Obras Públicas, indica en su capítulo seis referente a capacidad los procedimientos para la obtención de los datos necesarios para la determinación tanto de la capacidad como del nivel de servicio en una intersección a nivel contralada por semáforos.*

*Mediante la aplicación de la siguiente expresión algebraica:*

$$VS = (VA) (G/C) (PAM/FHND) (UC^*) (VD) (VI) (T) (B)$$

*Mediante esta expresión pueden establecerse los valores significativos que representan las características de operación de la intersección, por lo tanto el significado es el siguiente:*

*VS = Volumen de servicio en el acceso (tránsito mixto en vph)*

*VA = Volumen por hora de luz verde en el acceso, en función de la anchura y del factor de carga.*

*G/C= Relación tiempo de luz verde a tiempo de ciclo.*

*PAM/FHND = Factor conuinado de ajuste por población del Área metropolitana y por hora de máxima demanda.*

*UC\** = A) Factor de ajuste por ubicación dentro de la ciudad.

*VD* = Factor de ajuste por porcentaje de vueltas derechas.

*VI* = Factor de ajuste por porcentaje de vueltas izquierdas.

*T* = Factor de ajuste por vehículos pesados.

*B* = Factor de ajuste por autobuses urbanos.

La sustitución de los valores fórmula para el análisis del nivel de servicio y capacidad del cruce se efectuó siguiendo las consideraciones generales del cruce y de cada acceso en particular.

Las vueltas derechas se efectúan en todos los accesos desde los carriles de circulación por Sevilla al-sur, toman Chapultepec en dirección oriente.

Para efecto del cálculo del factor de ajuste por población del área metropolitana y por ubicación de la ciudad, se toma como dato para el primero una población superior al millón de habitantes y para el segundo el valor correspondiente a la ubicación de zona comercial fuera del centro, o circundante al mismo.

Acceso Norte por Av. Sevilla. Esta avenida tiene una

sección de 16:00 m. en donde alojan 5 carriles de circulación en un sólo sentido. La parada de autobuses se realiza sobre su carril exclusivo antes de cruzar la calle y no existe estacionamiento en ambos lados de la avenida.

La capacidad en este acceso está determinada por las condiciones existentes sobre la Av. Sevilla. Pero el volumen máximo que permitirá la intersección será el que pueda circular por esta avenida en los cruceiros anteriores; por lo tanto el análisis de capacidad apropiado será el correspondiente al cruceiro formado por la calle de Sevilla y Hamburgo.

Para conocer la capacidad de este acceso aplicaremos la fórmula anteriormente descrita. Los datos a sustituir son los siguientes:

VA = 4550 Veh/hora para el nivel E, considerando 14m. de sección y un carril de 4m. para el autobus. \*

Factor de Carga = 1

G/C = 0.56 \*\*

PAN/FIHD = 1.3 \*

UC\* = 1.11 \*

VD = 1.08 \*\*\*

VI = 1.025 \*

T = 1.03 \*\*

B = 0.95 \*\*\*

Sustituyendo los valores se tiene:

$$VSE = (4550) (0.56) (1.3) (1.1) (1.00) (1.025) (1.03) \times (0.95) \\ = 3947 \text{ veh/h.}$$

Es preciso señalar que la intersección en estudio este mismo acceso tiene una capacidad calculada de 3925 veh/h, pues difiere en la relación verde a ciclo, en el ancho total de acceso, contando con un carril más y con vuelta a la izquierda sobre Chapultepec. Del volumen aforado que fué de 4146 se deduce que el acceso en el cruce con la Av. Chapultepec está trabajando más allá de su capacidad, porque no se contó en la anchura del acceso el carril exclusivo para autobuses.

- 
- \* Manual de Proyecto Geométrico. Fig. 654, pág. 261
  - \*\* Para el cruce Sevilla-Hamburgo, tiempo de verde = 47 seg. longitud del ciclo = 80 seg.
  - \*\*\* Op.cit. Tabla 6v pág. 268



**Acceso Poniente por Av. Chapultepec.**

El análisis de capacidad de este acceso se hizo considerando la gráfica para calles de doble sentido sin estacionamiento. El ancho del acceso es de 19.60 m, por cada sentido. Sin embargo, al limitar el carril externo para uso exclusivo de autobuses, el ancho del acceso para la circulación en general queda de 15.60 m. La parada de autobuses se realiza antes de cruzar la calle y la relación verde a ciclo G/C = 0.49. El porcentaje de camiones es igual al 2.0%. A partir de estos datos y aplicando la expresión ya mencionada se obtuvo el volumen de servicio al nivel de su capacidad:

$$VSE = (5550) (0.49) (1.25) (0.985) (1.05) (1.03) (0.97) = 4391 \text{ Veh/h.}$$

Por lo tanto se considera que este acceso tiene una capacidad de 4400 veh/h para las condiciones físicas y operacionales existentes.

Como el volumen aforado en hora máxima demanda fué de 1913 veh/h, se concluye que este acceso trabaja a menos de la mitad de su capacidad.

**Acceso Oriente por Av. Chapultepec.**

Dado que tiene las mismas condiciones físicas que el acceso poniente, la única variante que presenta este acceso son que no tiene vuelta a la derecha por tener Sevilla sentido de circulación contrario, por lo que VD es de 1.025. Por lo tanto, sustituyendo la ecuación, queda:

$$VSE = (5550) (0.49) (1.25) (1.2) (1.05) (1.03) (0.97) = 5349 \text{ VEH/H.}$$

Por lo que se considera que tiene una capacidad de 5350 veh./h, la cual es más del doble del volumen aforado en hora de máxima demanda de 2250 veh/h.

De los volúmenes analizados, se desprende que el nivel crítico de circulación se encuentra sobre el Eje Vial Pte. (Sevilla-Salamanca), el cual es posible optimizar cambiando la relación de verde/ciclo del semáforo, de tal manera que la relación sobre Sevilla sea de 0.55 y sobre Chapultepec de 0.435 ( Ver tabla Núm. 9.)

- 
- \* Op. Cit. Tabla 6v pág. 268
  - \*\* Op. Cit. Tabla 6x pág. 270
  - \*\*\* Op. Cit. Fig. 6.59 pág. 266
  - \*\*\*\* Op. Cit. Fig. 6.57 pág. 264
  - \*\*\*\*\* T. ciclo = 80 seg. T verde = 39.5 seg.



Salida Sur por Av. Salamanca, la porción sur del cruce está reducida a 4 carriles de circulación general, por lo que la máxima capacidad permisible sobre esta arteria, considerando que no hay vuelta izquierda sobre Puebla y que hubiera una relación G/C=0.65 en el cruce con Puebla, sería la siguiente:

$$VS = \frac{3900 \times 0.65 \times 1.3 \times 1.1 \times 1.08 \times 1.025 \times 1.03}{0.95} = 3926 \text{ veh/hr}$$

Aunque la relación G/C fuera modificada, la capacidad permisible no podría ser mayor que la capacidad calculada para el acceso Norte de la intersección (4158 veh/h).

Resumiendo, se puede observar que el análisis de capacidad realizado para los accesos del cruce, demuestra que el nivel de servicio que soportan los usuarios del Eje Vial 3 Pte. actualmente está, durante las horas de máxima demanda, a su nivel de capacidad, aunque se observó buena velocidad de cruce en ambas arterias, según el análisis de velocidad ya citado. La Av. Chapultepec, por su lado, está trabajando actualmente a un nivel adecuado y de flujo estable, por lo que al ser convertida a vía de acceso controlado, tendrá una capacidad más grande, que le permitirá absorber tráfico de otras arterias actualmente sobresaturadas.

#### d) Sentido de circulación.

Se ha buscado en la planeación de los sentidos que las

vías colectoras dentro de las zonas y colonias sean utilizadas para conducir los volúmenes hacia los eje viales que serán los que por su longitud sirvan para comunicar las diferentes zonas de la ciudad.

En este tramo de la Av. Chapultepec no se contemplan ningún cambio de sentido de circulación en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Únicamente se prevé el cambio a un solo sentido de la Av. Chapultepec en el tramo al Oriente del Eje Vial I Pte. ( Bucareli-Cuauhtemoc ), pero que no se deberá afectar el crucero objeto de este estudio.

Extraoficialmente se ha manejado la idea, desde 1975, aproximadamente de la conveniencia de convertir a la Av. Chapultepec a una vía de acceso controlado. Este estudio contribuiría a ese propósito.

En caso de lograrse algún día la conversión a vía de acceso controlado de la Av. Chapultepec, y su continuación por Rto de I Alcaz y Fray Servando T. de Mier, harán de esta avenida una comunicación muy importante que minimizará los tiempos de recorrido, restando vehículos arterias ya saturadas.

Los sentidos de las demás calles aledañas al crucero tienen funcionamiento regular en cuanto a su sentido de circula-

ción y no presentan problemas a la circulación en general ni se recomiendan cambios en ellas.

En el pleno 4 referente al inventario de semáforos se registran los sentidos de circulación actuales en la vialidad circundante al cruce en estudio.

e) Volúmenes horarios de proyecto.

Para poder visualizar lo que sucederá en el cruce en un futuro, se hace un pronóstico de volúmenes de tránsito. El pronóstico se hace aplicando una fórmula que relaciona el crecimiento porcentual de volúmenes de tránsito con el número de años transcurridos. El porcentaje de crecimiento de volúmenes de tránsito fue establecido como el 7% anual, por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, y el periodo considerado para el análisis es de 10 años.

Se considera que los volúmenes vehiculares direccionales del cruce crecerán proporcionalmente a sus valores actuales. Al considerar un periodo de 10 años y aplicar una tasa de interés de 7% anual se aplica la fórmula de interés compuesto,

$$V_n = V_0 (1 + A)^n$$

Donde:

$V_n$ = volumen pronóstico en "n" años.

$V_o$ = volumen actual,

$A$ = factor de crecimiento,

$N$ = número de años a considerarse.

Aplicando la fórmula a los volúmenes de movimientos direccionales, se obtienen los volúmenes pronosticados en las horas de máxima demanda ver las figuras 13 y 14.

No obstante que teóricamente se pueden predecir los volúmenes vehiculares que transitarán por la intersección a un plazo dado, los volúmenes que realmente circularán por ella se verán limitados por las capacidades de las arterias en los cruces próximos a la intersección.

Con el análisis de capacidad para cada uno de los accesos en estos cruces se pudo determinar el máximo volumen que puede llegar a la intersección a través de las arterias que lo forman. Dichos volúmenes podrán ser mayores al mejorar las condiciones físicas y operacionales de la intersección en estudio y con la reprogramación de los semáforos en cada cruce.

En el cruce de la Av. Chapultepec-Eje Vial 3 Poniente, el acceso de la Av. Chapultepec Pte. admite una capacidad calculada de 3204 vph, mientras que el acceso Ote., admite 3554 vph.

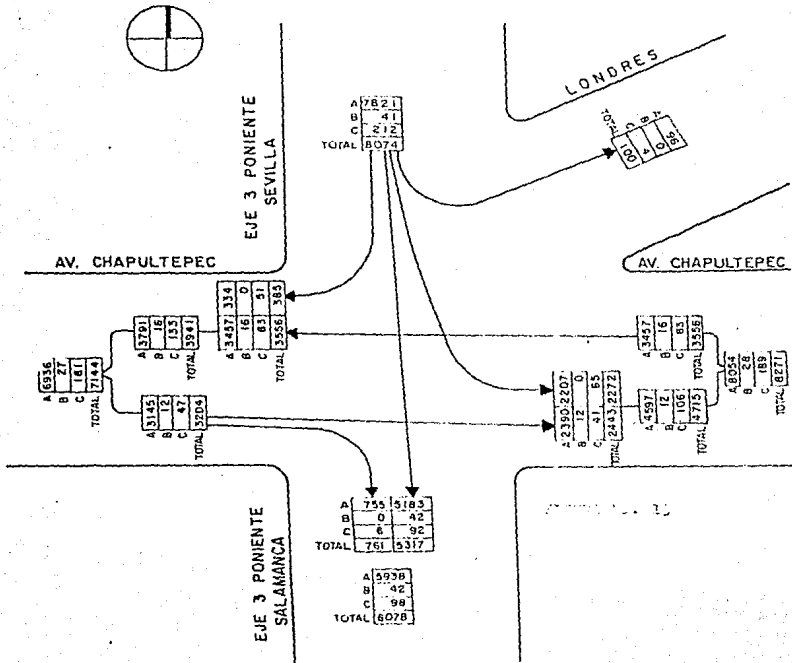
-----  
 La Comisión de Vialidad de Transporte Urbano tomó en cuenta el incremento vehicular y el incremento poblacional.

VOLUMENES PRONOSTICADOS

FECHA DE PROYECTO: 1990  
FECHA DE DATOS BASE: 1980

NOTA: ESTOS VOLUMENES NO CONSIDERAN RESTRICCIONES FISICAS.

HORARIO DE 10:00 A 11:00





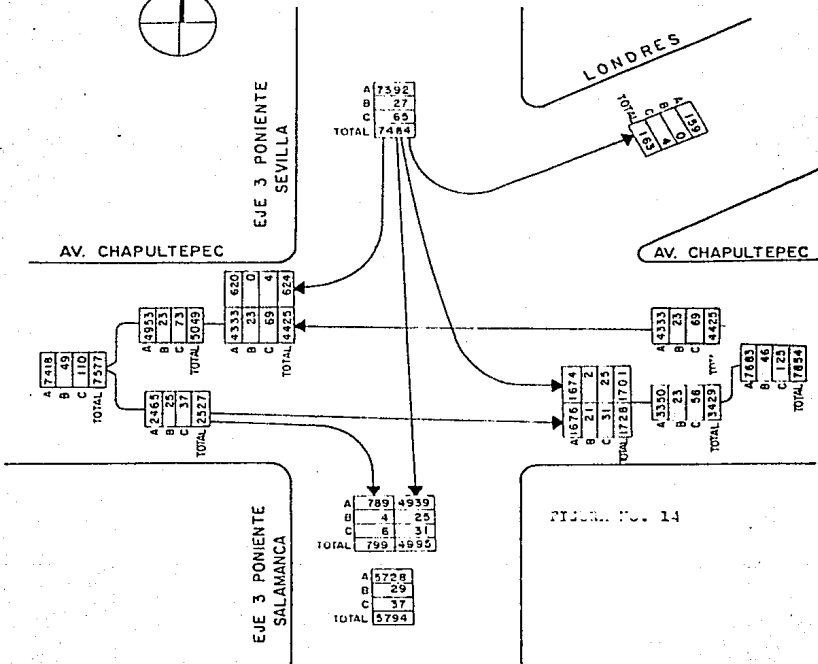
## VOLUMENES PRONOSTICADOS

FECHA DE PROYECTO: 1990

FECHA DE DATOS BASE: 1986

NOTA: ESTOS VOLUMENES NO CONSIDERAN RESTRICCIONES FISICAS.

HORARIO DE 19:00 A 20:00



Para el cruce formado por las calles de Sevilla y Hamburgo, el acceso Sevilla tiene una capacidad calculada de 4150 vph, volumen que es mayor al calculado para el mismo acceso en la intersección con la Av. Chapultepec, debido a la diferencia existente en la relación verde-ciclo de la programación de los semáforos. Por lo tanto puede asumirse como volumen de proyecto de la intersección en estudio una cantidad igual a la capacidad en este cruce.

La Av. Chapultepec Ote. tiene una sección suficiente para alojar el volumen pronosticado de 7163 vehículos por hora. De igual manera la sección Pte. de Chapultepec podrá absorber sin problema los 6956 vph de proyecto.

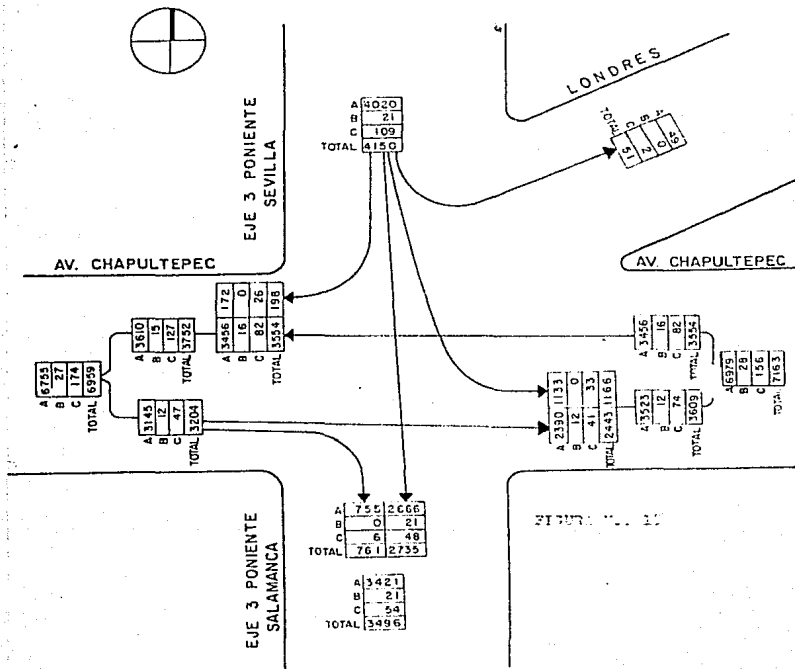
Por lo anteriormente expuesto se debe tomar en cuenta que si en el acces Norte de la intersección por la Av. Sevilla, se esperan en el futuro según la fórmula estipulada cerca de 8075 vehículos por hora, las condiciones físicas y de operación del acceso en dicha intersección al igual que en el cruce con la calle de Hamburgo sólo permitirán una carga vehicular máxima de 3900 vph, en el cruce con la Av. Puebla

Sin embargo, debido a las limitaciones físicas de la sección Norte del Eje 3 Pte, más el importante número de vehículos que dan vuelta a la izquierda sobre la Av. Chapultepec, no se espera a futuro un volumen mayor a 3500 vph.

elaboración del proyecto serán sólo aquellos que considerando las condiciones físicas y operacionales de la vialidad circundante al cruce, no rebasen la capacidad de las calles y de los cruces aunque sean menores que los volúmenes pronosticados. Tales volúmenes se presentan a continuación en la fig.15

## VOLUMENES DE PROYECTO

LOS VOLUMENES DE PROYECTO ESTAN LIMITADOS POR LA CAPACIDAD DE LAS CALLES EN LOS ACCESOS CERCANOS AL CRUCERO. LAS CIFRAS AQUI INDICADAS SE BASAN EN EL ANALISIS DE LA CAPACIDAD DE LOS CRUCEROS INMEDIATOS. EN LA COMPOSICION DEL TRANSITO SE CONSERVARON LOS PORCENTAJES ACTUALES.

HORARIO DE MAXIMA DEMANDA

**CAPITULO CUATRO**  
**ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

**a) Análisis de alternativas**

Los resultados de los análisis de capacidad y de las velocidades y demoras hacen ver que el cruce ya trabaja a su capacidad, con peligro para los peatones y con pérdidas apreciables para los conductores y pasajeros. Además, con el tiempo la situación se hará más crítica al aumentar la población, los vehículos y las transacciones comerciales de la zona.

Con los análisis de capacidad y demoras en la intersección así como la conveniencia de convertir a la Av. Chapultepec en una vía de acceso controlado, propuesta vigente desde los años 70's se confirma la idea de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, del Dpto. del Distrito Federal, de la conveniencia de convertir el cruce en un paso a desnivel.

A tal efecto se ensayaron tres alternativas de posible solución, todas las cuales se ven condicionadas por la existencia del Metro a lo largo de la Av. Chapultepec.

**Alternativa No. 1**

La alternativa Núm. 1 consiste en un paso elevado a la

*largo de la Av. Chapultepec. En realidad consistiría en una superestructura de dos calzadas separadas apoyadas en una infraestructura común. Ver el esquema de la alternativa No. 1*

*Las dimensiones de las secciones transversales permiten alojar la obra sin necesidad de afectación de propiedades. Para ello se están suponiendo calzadas de dos carriles en cada sentido en el paso a desnivel. Quedarían calles laterales de dos carriles cada una a los lados de la superestructura.*

*En esta alternativa el movimiento de Sevilla hacia el sur se efectúa a nivel, pero debe existir control de semáforos para dar paso, a los movimientos de las laterales hacia Av. Chapultepec, en ambos sentidos Ote.-Pte. y Pte.-Ote., sin embargo, se mejoraría la relación verde a ciclo y aumentaría la capacidad en los movimientos a nivel para Sevilla.*

*En esta solución se logran separar los principales volúmenes de tránsito.*

#### **Alternativa No. 2**

*La segunda alternativa consiste en un paso inferior a lo largo de la Av. Chapultepec la cual constaría de dos secciones, una del lado del cajón del Metro, tentativamente de dos carriles. Se requeriría control de semáforos para los movi-*

mientos a nivel, de los vehículos que salen de Sevilla y que que se cruzarían con los movimientos de las laterales de la Av. Chapultepec. Ver el esquema de esta alternativa.

Esta solución tendría un factor adverso ya que las rampas al Pte. del Eje Vial 3 Pte. interferirían con la estructura del Metro. Aunque en esta alternativa también logramos separar los principales volúmenes de tránsito.

### Alternativa No. 3

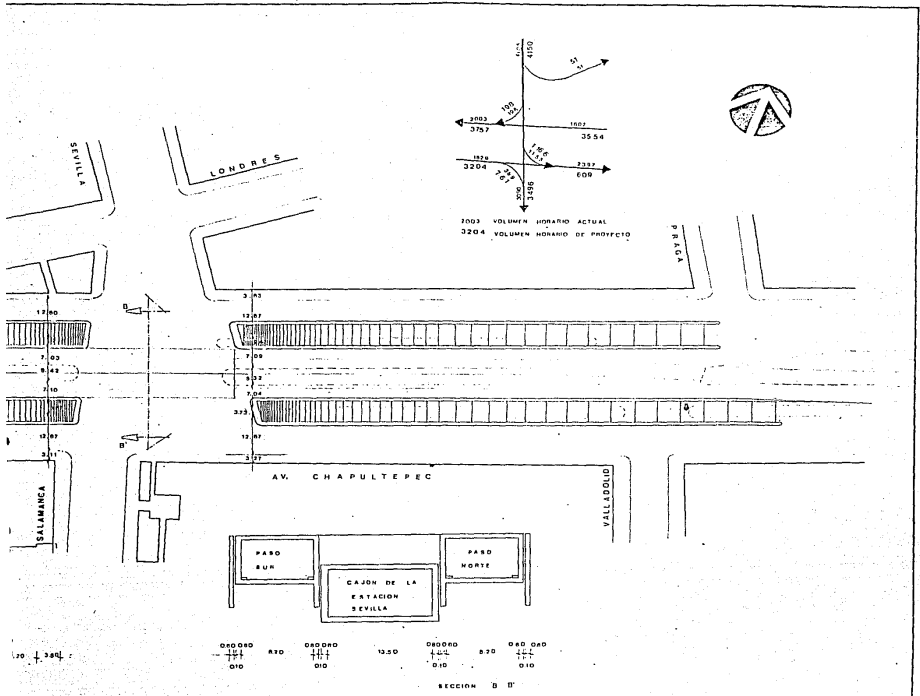
La tercera alternativa consta de un paso elevado a lo largo de Salamanca-Sevilla.

Las limitaciones físicas son menores puesto que solamente habría que afectar parcialmente dos propiedades, por lo que se haría necesario ampliar la calle en esos dos puntos, máxime que en esa zona las banquetas reciben un gran movimiento peatonal. Ver esquema de esta alternativa.

Existe el inconveniente por la longitud de las rampas, ya que son cortadas las circulaciones de la calle transversal al sur del crucero, que es la calle Puebla, la cual desempeña un valioso papel de comunicación en la zona inmediata al crucero así como Hamburgo la cual se encuentra localizada al norte del crucero.







ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES AVAGGI

INGENIERIA CIVIL

ALTERNATIVA 2

PROFESOR: DR. JUAN ANTONIO MARTIN

1.200 m/s 3.000 m/s

T  
C  
I  
S

En la tabla No. 10 se resume las características de las tres alternativas analizadas.

En la alternativa No. 1, salvo la dificultad que presentaría el sistema constructivo, se ve factible la solución. No así en la alternativa No. 2 donde la afectación de los accesos al Metro presentarían un problema no deseado, puesto que puesto que el paso inferior significaría modificar los accesos sur y norte al andén de este, lo cual afectaría a un importante número de usuarios, cerrando la estación por no menos de 6 meses. Por lo tanto se elimina esta. En la alternativa No. 3 el hecho de cerrar la continuidad de calles transversales, como Puebla, representa cambios en los patrones de movimientos vehiculares en la zona. Máxime que Puebla cuenta con un volumen importante de vehículos y su utilización desbalancearía una zona importante de la Col. Cogdesa. Por esta razón, también se elimina dicha alternativa.

Por lo anterior la alternativa No. 1 es la más favorable a nivel proyecto.

#### b) Proyecto

La alternativa seleccionada se presenta en el plano No. 12 a una escala de 1:500, indicando dentro de ella los detalles

EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE TRÁFICO  
 TABLA NÚM. 10

Características	Alternativas		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
1. Dificultad de estructura.	Alta	Alta	Baja
2. Afectación a propiedades.	No No.	No Muy	Si
3. Obstrucción de calles transversales.	No Muy	No Muy	No.
4. Control de semáforos (Futuro).	2 Fases	2 Fases	2 Fases
5. Vueltas izquierdas a desnivel.	No	No.	No.
6. Separación de los vehículos más importantes.	Si	Si	Si
7. Dificultad para construcción.	Alta	Alta	Mediana
8. Problemas al tránsito durante la construcción.	Si	Si	Si
9. Cumple con la especificación de pendiente.	Si	Si	Si
10. Veh/hora sin control de semáforos (1991).	4,204	4,204	4,253

geométricos y sus acotaciones. En el mismo plano se indican los volúmenes de proyecto tomando en cuenta la limitación de capacidad de las calles.

La superestructura de la alternativa, está formada por dos calzadas, con dos carriles de circulación cada una.

Ambas calzadas se desplazan paralelamente y son soportadas por una estructura común.

Debido a que a lo largo de la Av. Chapultepec se localiza el cajón del Metro el cuerpo de la calzada del paso elevado que se ubica sobre esta avenida estará soportado por columna, que a su vez, descansarán sobre un marco arriba del cajón de éste, pero sin apoyarse en él.

Dadas las características de las estructuras a utilizar esta alternativa presenta un nivel alto de dificultad de proyecto y en procedimiento de construcción; por protección del Metro. Especialmente se debe cuidar no cambiar las condiciones de estabilidad del Metro y terreno circundante de éste.

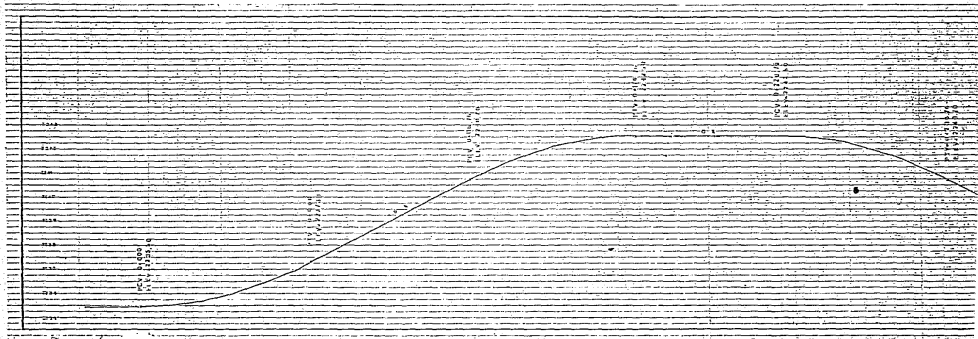
Las dimensiones de los arroyos, calzadas, estructuras y otros elementos se encuentran indicados en el plano No. 12.

Con las dimensiones consideradas y la sección disponible no se contemplan la necesidad de afectación a edificaciones.

En los planos 13 y 14 se presentan dos perfiles preliminares indicando en él las pendientes utilizadas y que son las marcadas por las normas de Vías Preferenciales en el Distrito Federal. Se empleó una pendiente ascendente del 6% y una descendente de 8%.

El movimiento vehicular a nivel del Eje Vial 3 Pte. quedará controlado mediante semáforos. Esto hace necesaria la utilización de sólo dos fases para regular este movimiento con el de los carriles laterales de la Av. Chapultepec. Esto permitirá aumentar la capacidad al mejorar la relación del tiempo de verde al ciclo y al reducirse los tiempos de demoras causadas por las fases prolongadas, dentro de la capacidad permisible.

Los volúmenes vehiculares que se presentan en la actualidad en el acceso de la Av. Sevilla corresponden a un volumen volumen de servicio que es casi su capacidad. Tomando en cuenta las condiciones de operación de la vialidad y de las intersecciones próximas al cruce, el flujo vehicular que llegará a presentarse no podrá ser mayor a su capacidad, se asume que con los volúmenes pronosticados y con la nueva programación de los semáforos con dos fases, el entronque no presentará problemas de capacidad en su movimiento a nivel. Tal aseveración se confirma por el análisis de capacidad en

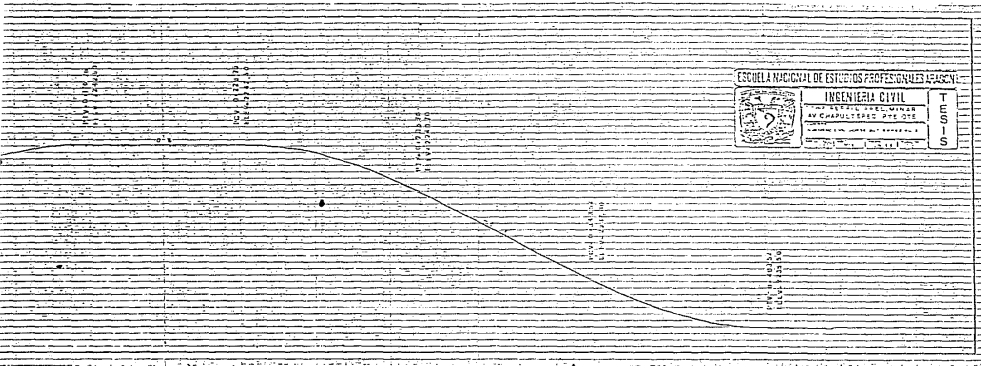


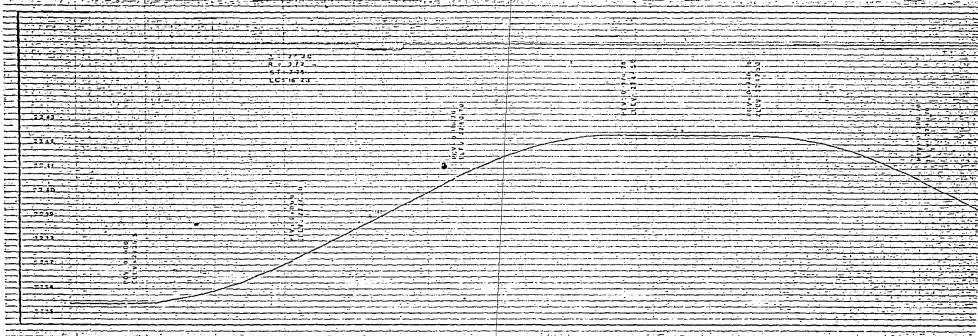
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES LEASCV




INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

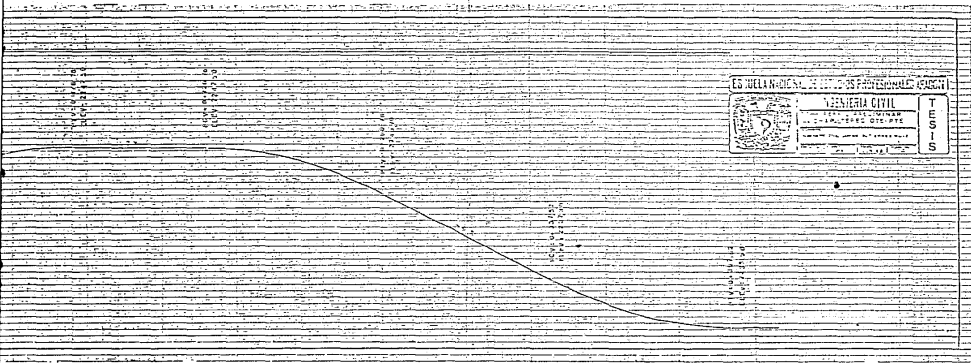
TESIS







ES DELA NACIÓN DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	
	INGENIERIA CIVIL
	TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADO EN INGENIERIA CIVIL PRESENTADA POR [Nombre del estudiante] EN EL AÑO DE 19[...] EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALZAS DE CALZADA



el acceso. Para ello se emplea la misma fórmula mencionada con anterioridad para cruceos controlados con semáforos para conocer el volumen de servicio y que es:

$$V_S = (VA) (G/C) (PAH, FHHD) (UC) (YD) (VI) (TB)$$

De la gráfica 6.54 \*\* y con el valor de 1 para el factor de carga y con la anchura de 14 metros para el acceso, con estos datos se encuentra VA que es el volumen de vehículos por hora de luz verde y cuyo valor es igual a 4550. Para determinar la relación entre el tiempo de verde y el ciclo (G/C) se establece un cálculo preliminar de la programación de los semáforos ya que bajo las condiciones de este proyecto se operará con dos fases. Partiendo de un ciclo de 80 segundos y de los volúmenes esperados se obtienen lo siguientes:

En el acceso Sevilla se presentarán 4150 vehículos en la hora de máxima demanda. En la calle lateral de la Av. Chapultepec habrá aproximadamente 1836 vehículos por hora. Los tiempos de ámbra serán de 3 segundos, relacionando estos valores tenemos:

$$\frac{T}{S} + \frac{T}{CII} = \text{Ciclo-Amabares}$$

---

\*\* SAHOP- " Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras " México, D.F. pp. 261

donde:

$$T_S = \text{tiempo de verde de Sevilla}$$

$$T_{CH} = \text{tiempo de verde de Av. Chapultepec}$$

Y si:

$$\frac{T_S}{T_{CH}} = 4150 / 1836$$

teniendo:

$$\frac{T_{CH}}{S} = 80 - 6 \frac{T_S}{S}, \text{ tenemos } \frac{T_{CH}}{S} = 74 \frac{T_S}{S}$$

sustituyendo tenemos:

$$\frac{T_S}{S} / 74 \frac{T_S}{S} = 4150 / 1836; \text{ por lo que } T_S = 51 \text{ segundos}$$

Al sustituirlo tenemos que:

$$T_{CH} = 23 \text{ segundos}$$

Comprobando si el tiempo de 51 segundos es suficiente para desalojar el acceso en la hora de la mayor demanda, se tiene que si llegan al cruce 4150 vehículos en una hora, se deduce que por cada carril lo harán 830 vehículos y si en una hora hay 45 ciclos se asume que en cada uno de ellos habrá 18 vehículos por carril para cruzar la intersección en el tiempo de 2.5 segundos necesarios para llegar, de la posición en la cola al cruce serán necesarios  $2.5 \times 18 = 45$  segundos, siendo este valor menor que el asignado de 51 segundos, la relación

C/C tendrá un valor de  $50/80=0.64$  de la figura 6.57 se determinan los valores del factor combinado por población del Área Metropolitana, el factor de hora de máxima demanda (PAM, FHMD) y el factor por ubicación en la ciudad (UC), los cuales nos dan un valor de 1.30 y 1.10, respectivamente. Las vueltas derechas e izquierdas tienen valor de 1 por ser el acceso mayor de 10.50 metros de la tabla 6-xxx para un porcentaje de 1.7% de vehículos de carga se obtiene el valor  $T=1.03$ , el valor B es igual 0.95\*\*\*. Sustituyendo estos valores:

$$VS = 5000 \times 0.64 \times 1.3 \times 1.1 \times 1.025 \times 1.03 \times 0.95 = 4589$$

E

Sustituyendo en la fórmula se llega a conocer el volumen de servicio en el nivel de capacidad y que es redondeando:

VS = 4600 vehículos por hora, con lo cual son mejoradas las condiciones de operación, la capacidad del cruce aumenta la cifra que la demanda no alcanzará ya que ésta está limitada por la capacidad de los cruces inmediatos.

Para el volumen de demanda pronosticada de 4150 vehículos por hora y bajo estas nuevas condiciones de operación el cruce en este acceso trabajará a un nivel de servicio D\*\*\*\*.

Para los vehículos que llegan al cruce y cruzan por la estructura proyectada, desde el acceso Pte. de Av. Chapulte-

\* Op. Cit. Tabla 6-B, pp. 260

\*\* Op. Cit. pp. 270

\*\*\* Op. Cit. Figura 6.59, pp. 266

\*\*\*\* Aplicando la misma fórmula y despejada VA se utilizó la figura 6.54, pp. 261

pec hacia el Ole., el nivel de servicio que se prevé encontrar fue definido mediante el procedimiento para determinar determinar el nivel de servicio en vías de carriles múltiples bajo condiciones de circulación continua.»

La fórmula empleada para establecer el nivel de servicio y la capacidad es:

$$VS = 2000 v/c WTB **$$

en donde los valores a sustituir son los siguientes:

VS = Volumen de servicio a determinar, para el nivel de capacidad

N = Número de carriles de circulación, es igual a 2

v/c = Relación de volumen a capacidad, en este caso es igual a 0.74 \*\*\*

W = Factor de ajuste por anchura de carril y distancia de obstáculos laterales, que se obtiene de la tabla 6-J \*\*\*\*, el cual nos da un valor de 0.98

T = Factor de ajuste por el porcentaje de vehículos pesados, que siendo de 1.4X tiene un valor de 0.88 \*\*\*\*\*

---

\* Op.Cit. pp.187  
 \*\* Op.Cit. pp.191  
 \*\*\* Tabla 6-1, pp.188  
 \*\*\*\* pp.189  
 \*\*\*\*\* Tablas 6F y 6H, pp. 178 y 180

*B = Factor de ajuste por porcentaje de autobuses, que siendo el 0% nos da un valor de 1, según las tablas 6-G y 6-H \**

*De la sustitución de estos valores, en la fórmula anteriormente citada nos da un valor de 2200 vehículos por hora, superior a la demanda vehicular que efectúa el movimiento mencionado y que debido a las condiciones de operación de los cruces cercanos no variará mucho.*

*Para la otra rampa de acceso, desde la Av. Chapultepec Ote, el procedimiento es similar. Sustituyendo los valores respectivos que son:*

*El número de carriles igual a 2; la relación v/c igual a 0.70; el factor W igual a 0.98; el factor T igual 0.98 y el factor B igual a 1, obtenemos un volumen de servicio para el nivel de capacidad igual a 2,200 vehículos por hora, comparado este valor con la demanda, que es de 1,807 vehículos por vehículos por hora, se determina que este acceso trabajará también por encima de su capacidad y es suficiente para la demanda que se presentará en los próximos 10 años.*

*c) Evaluación del proyecto.*

*La inversión que requiere la ejecución de un proyecto, así como los beneficios que reditúa son elementos importantes en*

la selección de alternativas de solución. Por tal razón, con los precios vigentes a marzo de 1988 para la construcción de vialidades en el Distrito Federal se determinaron los costos aproximados de obra de cada uno de los proyectos, incluyendo un costo de indemnización por afectación a propiedades y los gastos de mantenimiento.

Partiendo de estos datos se realizó un análisis de beneficio-costo para el anteproyecto y su comparación con la situación actual. Las estimaciones de obra se detallan en la tabla. No. 11

Este proyecto si se llegara a ejecutar, así como el cruce en condiciones actuales, generan un gasto anual por mantenimiento y conservación. De los conceptos que involucran este gasto se ha tomado como representativo el renglón de pavimentación, y que cuantificado para cada uno dio por resultado las cifras siguientes: considerando una vida útil de 20 años de las horas, y tres reencarpetados en ese lapso, los costos de mantenimiento han sido calculados de la siguiente manera.

Se necesitará un total de \$385,476,536.00 incluyendo los 4.095 metros cuadrados, destinados en la parte inferior de las rampas al estacionamiento de 150 vehículos, aproximadamente.

De los volúmenes vehiculares actuales y sus proyecciones a

TABLA NO. 11

<u>C O N C E P T O</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>T O T A L</u>
1. Estructura (sin incluir pavimento).	6,071.60	m <sup>2</sup>	240,770.00	1,461,859,132.00
2. Guarnición	2,892.00	m <sup>2</sup>	7,787.00	22,520,004.00
3. Pavimentación	10,166.60	m <sup>2</sup>	14,107.00	143,420,226.00
4. Reencarpetado	13,197.50	m <sup>2</sup>	5,511.00	72,731,422.00
5. Banquetas	1,516.00	m <sup>2</sup>	6,060.00	9,186,960.00
6. Demolición de guarnición	1,167.00	m <sup>3</sup>	3,480.00	4,061,160.00
7. Demolición de camellones	3,222.00	m <sup>3</sup>	3,480.00	11,212,560.00
8. Demolición de pavimentos	1,704.00	m <sup>3</sup>	3,480.00	5,929,920.00
9. Jardinería en camellones	2,425.35	m <sup>2</sup>	3,480.00	8,440,218.00
10. Parapetos metálicos	1,650.00	m <sup>3</sup>	56,428.00	93,106,200.00
		Subtotal.		1,832,467,802.00
11. Urbanización (alumbrado, drenaje, etc.)	10	%		183,246,780.00
12. Imprevistos	10	%		201,571,458.00
13. Indemnización por afectaciones.				
TOTAL APROXIMADO				2,217,286,040.00



futuro tomando en cuenta la capacidad de las vías, se determinaron los volúmenes que circularían por la intersección en el período mencionado de 20 años. Con una estimación de ocupación por vehículo y la composición del tránsito se determinó el número de pasajeros que transportados en esos vehículos los cruzarían por la intersección. El promedio de ocupación se tomó de la siguiente manera: Automóviles 1.7 pasajeros, autobuses 50 pasajeros y camiones 1.7 pasajeros por vehículo. Con los tiempos medios empleados para cruzar la intersección en condiciones actuales y partiendo de velocidades de proyecto para los pasos elevados se determinó con el número de pasajeros transportados, el total de horas-hombre empleados en el cruce, para cada uno de los proyectos y para la situación actual.

Con la estimación de un ingreso promedio de dos veces el salario mínimo por persona se estableció un valor de \$ 7670.0 para cada hora-hombre, por medio del cual se determinaron los costos de operación para el período de los 20 años mencionados en las tres condiciones, la actual y los dos proyectos.

La relación beneficio-costo fue posible definirla a partir de los datos marcados en la tabla 12.

---

\* Estimados con base en datos del Plan Rector de Vialidad y Transporte, D.D.F. 1960 y de observaciones directas

TABLA NO. 12

	SITUACION ACTUAL Sin paso a desnivel. (1)	ANTEPROYECTO Paso sup. por Av. Chapultepec. (2)
	<u>Av. Chapultepec</u>	<u>Av. Chapultepec</u>
Volumen vehicular en 20 años	785'273,170 veh	847'286,670 veh
Horas-hombre empleadas en el cruce en 20 años (3)	15'945,413 h-h	2'967,198 h-h
Costo de operación en 20 años (4)	16,630'000,000.00	3,325'929,060.00
Costo de construcción (5)	-----	2,217'286,040.00
Costo de mantenimiento a 20 años (6)	293'670,820.00	385'476,536.00

La fórmula empleada para la obtención de la relación Beneficio-Costo fué la siguiente:

$$\text{Relación Beneficio-Costo} = \frac{\text{Costo de operación sin paso a desnivel} - \text{Costo de operación con paso a desnivel}}{\text{Costo de construcción} + \text{Costo de mantenimiento}}$$

al sustituir los datos anteriores se tiene:

$$\text{Relación Beneficio-Costo, Anteproyecto} = \frac{16,630'000,000.00 - 3,325'929,060.00}{2,217'286,040.00 + 385'476,536.00} = 5.11$$

- 
- (1) Incluye todos los accesos del cruce en condiciones actuales.  
 (2) Incluye todos los accesos del cruce más las rampas y estructuras.  
 (3) HM=Vol. hora máx. x  $\frac{100}{12}$  x 1.7 cc/veh x 365 días x 20 años x 85 Porcentual del tiempo de recorrido.  
 (4) CO=HM x 2 veces el Salario Mínimo.  
 (5) CC= Calculado con precios unitarios de COVITUR  
 (6) CM= Únicamente repavimentaciones ( 3 en 20 años ).

Analizando la tabla 13, se puede observar que la ejecución de la solución del proyecto representa, en términos de beneficios y costos, las ventajas necesarias para esperar su implementación. De esta consideración y de los datos comparativos de la tabla siguiente se decidió como conveniente la solución número 1, que presenta el Proyecto.

TABLA No. 13

1. Adaptabilidad del lugar.	Anchura de la sección transversal suficiente para alojar las 2 estructuras y 2 carriles laterales sin afectación a propiedades. La longitud de las rampas no obstruye calles importantes.
2. Factibilidad de la ejecución.	Presenta dificultad en el procedimiento constructivo en la cimentación de apoyos en la superestructura debido a las instalaciones subterráneas del metro.
3. Capacidad y niveles de servicio.	El volumen horario máximo que se presentará en el acceso Ote-Pte. de la Av. Chapultepec es de 3,204 vehículos. Circularán por el paso superior 2,700 vehículos y por los carriles laterales 504 vehículos. Estos volúmenes se alcanzarán en el noveno año. El acceso Pte. Ote. tendrá 3,554 en el tercer año, de estos volúmenes solo 2,700 pasarán sobre el puente y 854 por los carriles laterales. Los pasos superiores trabajarán a sus capacidades y los laterales a nivel D. En el acceso a nivel de la Av. Sevilla se presentarán 4,150 vehículos en el cuarto año, y para este volumen en nivel de servicio será D.

#### 4. Características operacionales.

Los movimientos vehiculares principales se separan mediante el paso superior. La estructura permitirá el paso por el cruce de 5,200 vehículos por hora sin necesidad de control de semáforos. Con juntamente con los pasos a desnivel de la Av. Chapultepec con las Av. Sonora, Eje Vial 2 Pte. y Eje Vial 1 Pte. se dispondrá de una vía rápida que permitirá una rápida comunicación entre el centro y el Circuito Interior - Pte. Asimismo, se tendrá un estacionamiento para 150 vehículos el cual ayudará a contrarrestar el déficit existente en la zona.

#### 5. Problemas del tránsito durante la construcción.

Debido al tipo de estructura y tratamiento de cimentación especial por la presencia del metro en la Av. Chapultepec ambos arroyos tendrán que ser cerrados a la circulación para ejecutar las obras. El tránsito tendrá que ser desviado mientras duren éstas, como sucedió con el metro.

#### 6. Afectación y costos de construcción.

La sección de la Av. Chapultepec permite la construcción de la estructura al centro de ella conservando dos carriles laterales a cada lado más el carril exclusivo para autobuses. El costo aproximado de la obra con precios de 1981 alcanzaban la cifra de \$121,753,500.00.

#### 7. Relación Beneficio Costo.

Tomando 20 años como vida útil de la obra y con las restricciones de volúmenes por la capacidad, se determinó con los costos de operación, de construcción y mantenimiento una relación de beneficio a costo de 4.96.

CAPITULO CINCO  
SOLUCION PROPUESTA

a) Anteproyecto geométrico propuesto

El anteproyecto seleccionado consiste en un paso a desnivel por encima del Eje Vial 3 Pte. Sevilla-Salamanca y que se abre en el extremo Oriente, con el cual se resuelve el conflicto que tienen los volúmenes de tránsito más importantes del crucero. Se trata de un par de estructuras, en dirección Ote-Pte, que permitirían un tránsito continuo de la Av. Chapultepec Pte., hacia la Av. Insurgentes y de Av. Chapultepec Ote., hacia el Poniente de la misma Avenida y hacia el Circuito Interior.

Este paso consta de dos superestructuras que se pretende sean de concreto preesforzado, una de las estructuras servirá para el tránsito de Poniente a Oriente, el cual circulará sobre la Av. Chapultepec, esta tendrá una geometría recta. El otro cuerpo se desarrolla con una ligera deflexión en el extremo Oriente, dirigiéndose de Poniente a Oriente. Se conecta con la Av. Chapultepec en el paso a desnivel que se localizará en el Eje Vial 2 Pte. Cada superestructura tiene una calzada de dos carriles y parapetos de seguridad, con una anchura aproximada de 0.70 metros en la base. La superestructura puede estar constituida por cajones o por traveses en "I". La

primera solución dejaría una superficie plana por la parte inferior, que sería más agradable a la vista.

La estructura constaría de apoyos o pilas espaciadas cada 20 metros, a excepción del claro central, que sería de 44 y 50 metros, para los puentes Norte y Sur, respectivamente.

Para resolver el apoyo de las pilas sobre el cajón del Metro se utilizarían portales de concreto, las que estarían apoyados a los lados del cajón, pero sin tocarlo. Al pasar la estructura del paso superior sobre la Estación Sevilla del Metro, para no tocarla se deberá tener un claro grande, de 55 metros, que salve la parte más ancha de la estación.

#### b) Proyecto de Semáforos

Para el control de las corrientes de circulación vial y peatonal a nivel, se consideraron semáforos que deben estar interconectados con la red controlada por el sistema de computadoras de la Dirección General de Policía y Tránsito. Así mismo se requieren dos fases de operación como se indica en la figura 16. Suponiendo que dicho sistema trabaje en esta zona con un ciclo variable, se calcula el reparto con un ciclo de 80 segundos, que es el observado. Al variar el ciclo el reparto variará proporcionalmente.

En el capítulo anterior, de "Anteproyectos", se calculó un

reparto, en dos fases; que dio los siguientes tiempos:

Fase 1

Sevilla

Verde	51 segundos
Ambar	3 segundos

Av. Chapultepec

Verde	23 segundos
Abar	3 segundos
TOTAL	----- 80 segundos

Se recomienda el uso de semáforos para peatones, los que cruzarían según se indica en la fases de la figura No. 2. Básicamente los cruces de peatones coinciden con las fases proyectadas para vehículos.

Revisión del ciclo y verdes mínimos

Para el cálculo del ciclo óptimo procedemos a calcular el intervalo de luz ámbar:

$$A = t + Vn/2a + Wn-1/Vn \dots (1)$$

A = Luz ámbar ; t = tiempo de reacción ( 1 segundo )

(1) Institute of Traffic Engineers-"Traffic Engineering Hand book". Washington, D.C. 1965, pp. 404.  
V = velocidad de llegada de vehículos

Sustituyendo los valores.

$$V_1 = 51 \text{ km/h (Sevilla)}$$

$$V_2 = 47.5 \text{ km/h (Av. Chapultepec)}$$

$$a = \text{desaceleración de comodidad} = 4.6 \text{ mts/seg}$$

$W$  = anchura del acceso

$$W_1 = 30 \text{ mts. (Sevilla)}$$

1

$$W_2 = 60 \text{ mts. (Av. Chapultepec)}$$

2

$$l = \text{longitud de un vehículo} = 6 \text{ mts.}$$

Por lo tanto.

$$A_1 = t + \frac{51}{3.6 \times 2 \times 4.6} + (60 - t) \frac{3.6}{51} = 5.7 \text{ seg.}$$

$$A_2 = t + \frac{47.5}{3.6 \times 2 \times 4.6} + (60 - t) \frac{3.6}{47.5} = 5.9 \text{ seg.}$$

Verde mínimo para peatones

Tomando en cuenta la velocidad normal del peatón se calcula el mínimo de verde de cada fase para que pueda atravesar el cruce.

La fórmula a emplear es la siguiente.

$$V = a + Wn/V - An$$

donde



$a =$  al tiempo de iniciación de marcha del peatón = 5 seg.

$W =$  anchura del cruce

$W = 30$  mts. (Sevilla)

1

$W = 60$  mts. (Av. Chapultepec)

2

$V =$  velocidad del peatón = 1.2 mts./seg.

$A_n =$  duración del Ámbar = 5.7 seg. y 5.9 seg. respectivamente.

Sustituyendo estos valores tenemos.

$V = 5 + \frac{30.00}{1.2} - 5.7$ , nos da  $V = 24.3$  seg. (Sevilla)

1

1.2

1

$V = 5 + \frac{60.00}{1.2} - 5.9$ , nos da  $V = 49.1$  seg. (Av. Chapultepec)

2

1.2

2

Las fases por volúmenes de vehículos habrían quedado de 51 segundos y 23 segundos; por lo que se comprueban que son suficientes para el paso de peatones. La distribución del ciclo se ajusta como sigue:

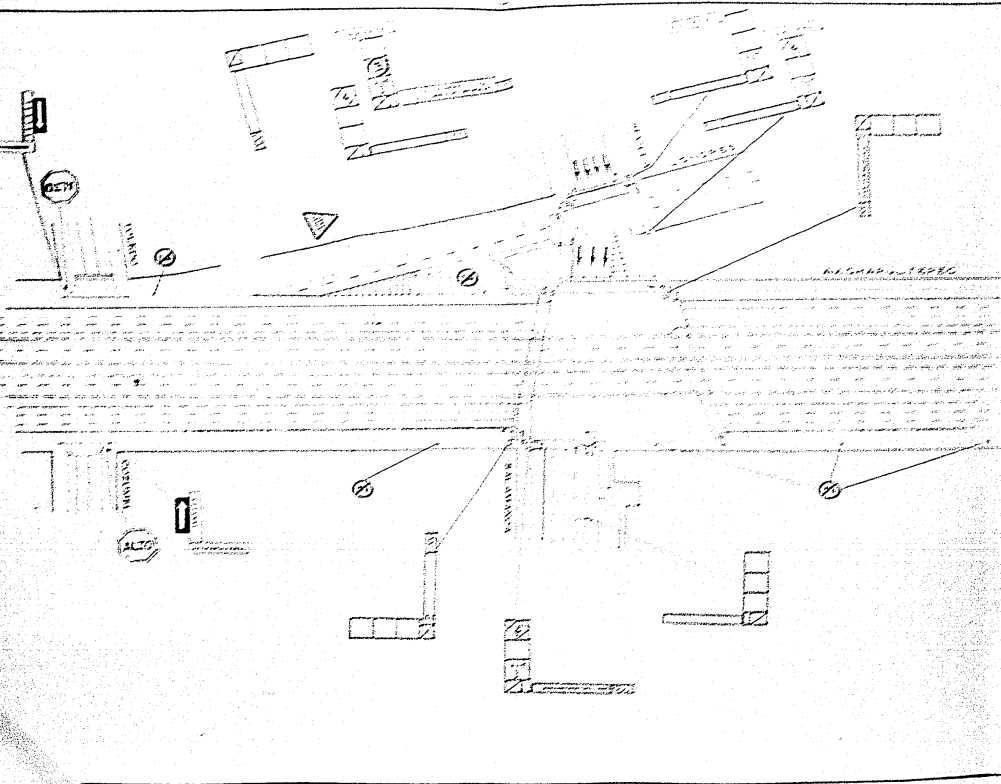
Sevilla		
fase 1 .....	Verde	49 segundos
.....	Ámbar	5 segundos
Av Chapultepec		
Fase 2 .....	Verde	21 segundos
.....	Ámbar	5 segundos
	Suma ...	80 segundos

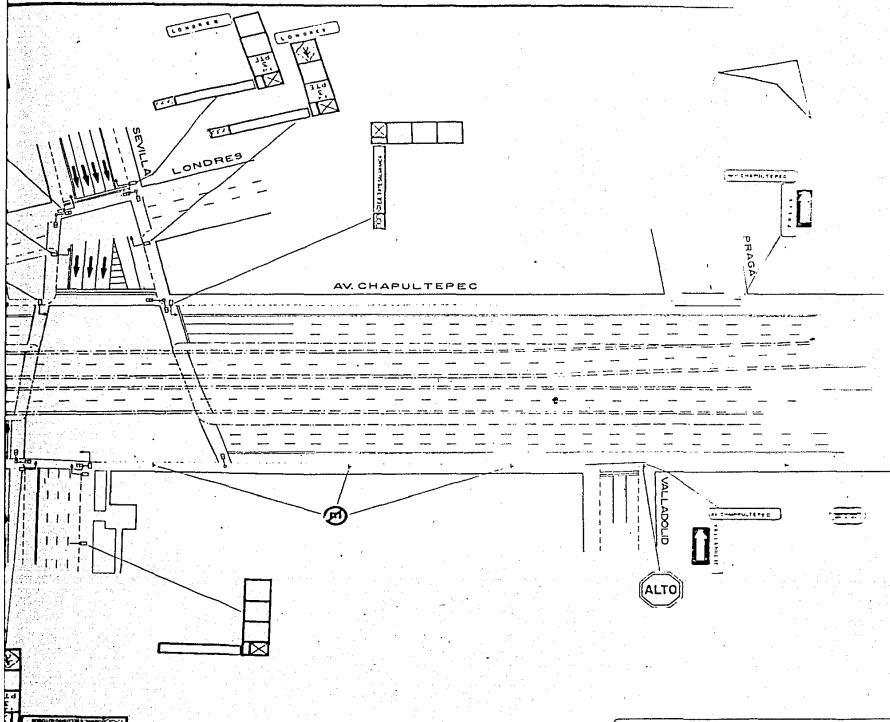
*c) Proyecto de Señalamiento*

*Se requieren indicaciones claras y precisas para los conductores que circulan por este cruceo a fin de obtener un óptimo funcionamiento del mismo. Básicamente se requieren señales restrictivas de estacionamiento y señales informativas que den a conocer claramente la proximidad de un paso superior. Deben quedar claramente señalados los destinos o arterias a los que se llega por abajo y por arriba de dicho paso.*

*Son indispensables una señal informativa anticipada y una en el lugar de decisión, como mínimo, para los conductores que vayan por la Av. Chapultepec. Para esto las señales en portal son muy efectivas. En el plano No. 15 se presenta el proyecto del señalamiento vertical y horizontal. Se indica el texto de las señales; su ubicación y dimensiones.*

*Las marcas en el pavimento incluyen las rayas separadoras de carriles, rayas de "alto" y de paso de peatones, así como flechas. Se han proyectado las marcas de aproximación a los parapetos del paso a desnivel con toda la longitud que permiten las dimensiones de la calle. Las rayas separadoras de carriles se pintarán con una longitud de 2.50 mts., con interrupciones de 5.00 mts. Tendrán una anchura de 0.10 mts. Las rayas de los pasos de peatones serán de 0.20 mts., de anchura y las rayas de "alto", de 0.40 mts.*





www.bancomundial.org

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE INGENIERIA



INGENIERIA CIVIL  
 CARRERA EN TERCER SEMESTRE  
 01-0111-1

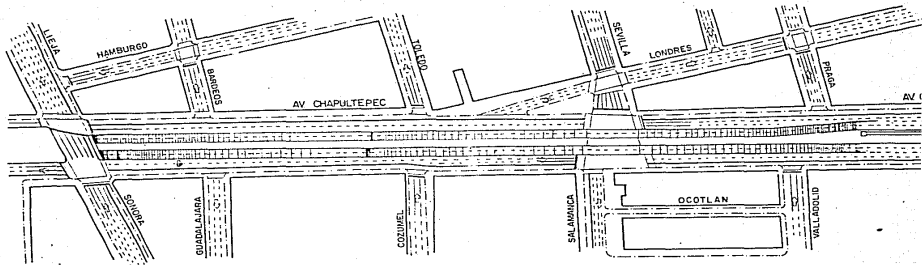
El proyecto geométrico presentado en este estudio forma parte de la solución integral de Av. Chapultepec, la cual con los proyectos de pasos a desnivel de Sonora, Salamanca y Monterrey, se lograría sus arroyos centrales en carriles de acceso controlado, en el tramo comprendido desde Pedro Antonio de los Santos hasta Mérida.

La solución aislada e independiente de cualquiera de los cruces comprendidos en este tramo; esto es, de Av. Chapultepec con Sonora-Lieja; con el eje 2 Poniente (Monterrey-Flores) o con el Eje 3 Poniente (Sevilla - Salamanca), no sería funcional si se resuelve sólo uno de los cruces con un paso a desnivel. Los vehículos que circulan por Av. Chapultepec verían interrumpido su viaje con el semáforo inmediato y la capacidad de Av. Chapultepec no se incrementaría.

El plano número 11 muestra lo que sería la solución integral del tramo de Av. Chapultepec que comprende las intersecciones con Sonora, Salamanca y Monterrey. Con los tres cruces resueltos con paso a desnivel se lograra el principal objetivo de: Dar continuidad a los arroyos centrales de Av. Chapultepec. Habrá aberturas que permitan carriles de entrada y salida a los arroyos de acceso controlado de Av. Chapultepec.






El proyecto de solución geométrica de Av. Chapultepec da características de acceso controlado a Av. Chapultepec hasta Mérida. Se recomienda, como complemento de este proyecto con-

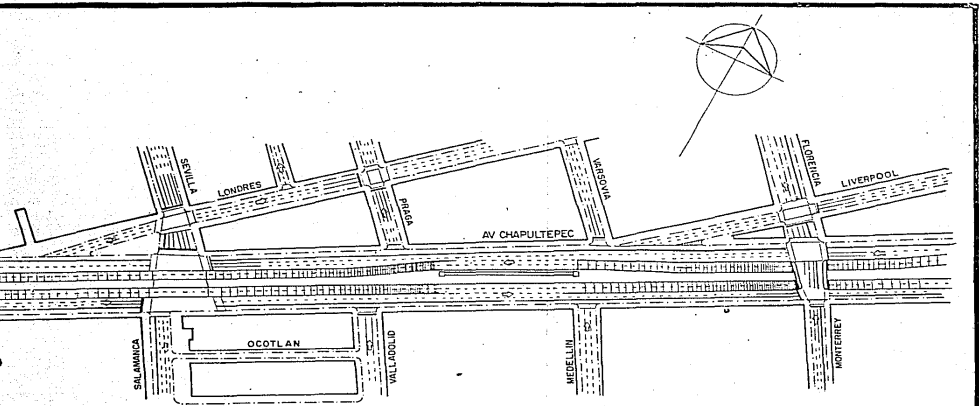
vertir a acceso controlado el tramo comprendido entre Mérida y Bucareli-Cusuhtémoc. De esa manera se lograrían características de vía de acceso controlado para el tramo conflictivo de la Av. Chapultepec.








PROYECTO DE CONJUNTO PARA  
 LA SOLUCION GEOMETRICA DE  
 AV. CHAPULTEPEC, TRAMO  
 MONTERREY - SONORA

SIMBOLOGIA

-  SENTIDO DE CIRCULACION
-  ACUEDUCTO
-  PARAMENTO
-  GUARNICION
-  PINTURA BLANCA



**SIMBOLOGÍA**

-  SENTIDO DE CIRCULACION
-  ACUEDUCTO
-  PARAMENTO
-  GUARNICION
-  PINTURA BLANCA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON



**INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO DE CONJUNTO PARA LA SOLUCION  
GEOMETRICA DE AV. CHAPULTEPEC,  
TRAMO MONTERREY - SONORA

**TESIS**

1 500 - 5 / ACOT - JUNIO 1988 - 16



## CAPITULO SEIS

## CONCLUSIONES

Las intersecciones son puntos sumamente importantes del camino ya que constituyen un elemento de discontinuidad en cualquier red vial y por lo tanto representan situaciones críticas que hay que tratar en forma específica. El conductor al aproximarse a una intersección tendrá que realizar maniobras que no son usuales en la mayor parte del recorrido; por lo que un buen proyecto de una intersección se traducirá en: reducciones moderadas de velocidad, eficiencia, seguridad, mayor capacidad y costos más bajos de operación.

En el proyecto de una intersección se debe iniciar desde el estudio de las áreas de maniobras, las cuales pueden ser combinadas y arregladas en diferentes maneras para producir las alternativas de diseño geométrico. Básicamente el diseño de éstas está gobernado por la demanda del tránsito, la topografía, el uso del suelo, de consideraciones económicas y del medio ambiente. Sin embargo, muchas decisiones quedan a juicio del proyectista.

En el diseño de intersecciones deben considerarse los siguientes principios.

1. Reducir el número de puntos de conflicto. El número de puntos de conflicto entre los movimientos vehiculares crece significativamente en la manera que se in-

crementa el número de ramas de la intersección.

2. **Control de la velocidad relativa.** La velocidad relativa es la resultante de la composición de las velocidades de dos vehículos que circulan por cada una de las vías que se intersecan.
3. **Diseño Coordinado y Control del Tránsito.** Las maniobras en intersecciones efectuadas con una velocidad relativa baja requiere un mínimo de dispositivos de control de tránsito porque los conflictos se desarrollan gradualmente.
4. **Geometría del Cruce.** Las maniobras de los vehículos que cruzan una intersección pueden efectuarse de cuatro maneras:
  - . Cruce directo a nivel, sin dispositivos de control
  - . Cruce directo a nivel con control de semáforos
  - . Zona de entrecruzamiento
  - . Cruce a través de un paso a desnivel

Cualquiera de las maniobras de cruce en una intersección pueden ser acomodadas en una de las formas mencionadas. Generalmente, la eficiencia operacional y el costo de construcción se incrementan en ese orden.

5. **Geometría de los enlaces.** Son los movimientos de vueltas izquierdas y derechas en una intersección, y se clasifican como directos, semidirectos e indirectos.
6. **Evitar maniobras múltiples de convergencia y divergencia.** Las maniobras de convergencia y divergencia múltiples requieren decisiones complejas para el conductor. Las maniobras compuestas de convergencia y divergencia crean adicionalmente conflictos de cruce. Las maniobras simples pueden llevarse a cabo en condiciones de flujo continuo y bajo un alto nivel de seguridad.
7. **Separación de puntos de conflicto.** Los riesgos de accidentes y tiempos de demoras en una intersección aumentan cuando las áreas de maniobras de un cruce están muy restringidas o bien cuando se interponen las de una corriente vehicular a otra.
8. **Favorecer el flujo principal.** El diseño de mejores intersecciones puede requerir, canalizaciones, pre-

ferencia de paso y prohibiciones de algunos movimientos en los flujos que se interseccionan.

9. Reducir Áreas de conflicto. Las áreas de maniobras excesivas en una intersección pueden causar confusión a los conductores y ocasionar un funcionamiento deficiente.
10. Flujos no homogéneos. Cuando se tienen apreciables volúmenes de tránsito desplazándose a diferentes velocidades se debe tratar de utilizar carriles separados. Por ejemplo cuando el volumen de vuelta derecha es significativo se debe proporcionar un carril separado para realizar este movimiento.

Para el estudio y proyecto de una intersección el ingeniero deberá contar con la información necesaria para la elaboración de esquemas de solución que constituyen elementos de juicio para determinar la geometría del proyecto. Las alternativas de solución se verán afectadas en una forma determinante por las condiciones físicas de la zona, así como de las características funcionales que prevalezcan en el entronque.

Una vez que se han recopilado los datos de campo, correspondientes a velocidades de recorrido, se ordena la información tabulándola para su análisis. Mediante la aplicación de técnicas estadísticas se puede obtener una evaluación de los resultados del estudio.

El proceso de ordenamiento de datos se puede resumir de la siguiente forma:

- Se obtiene el rango de las observaciones

determinando la diferencia entre la mayor y el menor valor observado.

- Elección de un intervalo de clase. Apropia-  
do a la magnitud de las observaciones con-  
lo que se obtiene el número de intervalos.
- Ubicación de cada observación en su inter-  
valo de clase correspondiente obteniendo  
así la frecuencia de cada clase.

Una recopilación negligente o insuficiente de datos se traduce en errores en el proyecto dando como resultado modificaciones en las intersecciones ya estudiadas y construidas, debido a que no satisfacen la demanda o bien porque plantea condiciones peligrosas para los usuarios.

El conocimiento de la situación física actual donde se encuentra alojada la intersección que se pretende analizar, es uno de los elementos de juicio importantes para el proyectista, pues le permite ubicar los obstáculos y dificultades que se presentarán en las diferentes alternativas que se elaboran.

Toda la información, recopilada se colocará en el plano del lugar, el cual se reproducirá a una escala conveniente 1:1000 ó 1:500, y que será utilizado como plano base para la elaboración de esquemas de solución y de anteproyectos.

El análisis de las características operacionales de una intersección se basa en la evaluación de los movimientos vehiculares que se producen en la zona del cruce, para lo cual es preciso realizar un estudio apropiado del tránsito con las técnicas especiales que recomienda la Ingeniería de Tránsito. Es tan grande la importancia que tiene el conocimiento del tránsito y sin evolución, que cualquier información que se pueda recopilar es de gran ayuda.

En lo que se respecta a las alternativas de solución; durante esta fase se elaboran diferentes esquemas de solución de acuerdo con el objetivo de proporcionar el tipo de solución más apropiada para un conjunto de condiciones dadas, en relación a la capacidad, facilidad de operación, nivel de servicio, características de seguridad y flexibilidad de operación de las vías que se intersecan. Así mismo en el proyecto geométrico de una intersección, debe tenerse muy en cuenta las características físicas y de operación de los vehículos. Las características físicas están definidas por las dimensiones y el radio de giro. Las características de operación se hallan definidas principalmente por la relación, peso-potencia del vehículo, la cual en combinación con otras características del conductor, determina la capacidad de aceleración y desaceleración, la estabilidad en las curvas y los costos de operación.

Para concluir, una red vial no puede considerarse completa aun cuando hayan sido muy bien establecidos los crite-

rios de proyecto geométrico, además de que los conductores sean competentes y los vehículos se encuentren en perfectas condiciones. La circulación vehfculos deberá ser regulada para minimizar los conflictos con otros vehículos y para protegerlos de las condiciones ambientales. Para lograr esto, el ingeniero se auxilia de dispositivos especialmente diseñados para hacer el tránsito más eficiente. Estos dispositivos incluyen señales, semáforos y marcas en el pavimento.

En el caso específico de una intersección, en donde se tienen varias decisiones de destinos, es indispensable la instalación de un buen señalamiento informativo y preventivo. Una señal anticipada y una en el lugar de decisión, facilitará las maniobras de los conductores al tomar a tiempo el carril correspondiente para seguir el camino por el que desea transitar. El proyecto de señalamiento consiste en la elaboración de un plano que contenga un sistema de señalización para indicar a los usuarios el correcto funcionamiento de la intersección.

PENDIENTE (%)	EQUIVALENCIA EN VEHICULOS LIGEROS <sup>R</sup> E <sub>B</sub>	
	Niveles de servicio A, B, C	Niveles de servicio D y E
0-4 <sup>b</sup>	16	16
5 <sup>c</sup>	4	2
6 <sup>c</sup>	7	4
7 <sup>c</sup>	12	10

a- Para todos los porcentajes de autobuses

b- Todas las longitudes

c- Sólo cuando las longitudes de las pendientes sea mayor de 800m.

TABLA 6G.

SITUACION LEGISLATIVA (SIN TRAFICO)	FACTOR DE AJUSTE POR CAMIONES, P <sub>2</sub> A T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> A D <sub>1</sub> , POR AUTOPISTAS																												
	PORCENTAJE DE CAMIONES, P <sub>2</sub> (DE AUTOPISTAS), T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

a. De los valores T, E, d, F, V, y P, B.

b. Capacidad con 0.10 nivel de confianza,  $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_9, E_{10}$  y  $E_{11}$  para las variables de este capítulo.

c. Cuando la proporción de camiones sea importante, consulte los factores de ajuste para camiones y proporción de camiones en el capítulo de ajuste de camiones.

TABLE 6-N. FACTORES DE AJUSTE POR CAMIONES Y AUTOPISTAS EN AUTOPISTAS, CARRETERAS DE CARRILES MÚLTIPLES Y CARRETERAS DE DOS CARRILES

Las condiciones de operación de los enlaces de entrada y salida, serán analizados con mayor detalle en el inciso 6.10 de este capítulo.

E) Interrupciones del tránsito (intersecciones a nivel). Las intersecciones a nivel, por la misma categoría del proyecto, son inadmisibles en autopistas donde los accesos deben ser totalmente controlados; sin embargo, bajo ciertas condiciones pueden admitirse en algunas vías rápidas, y es esta característica la que diferencia fundamentalmente a las autopistas de las vías rápidas. El análisis de capacidad en los accesos de intersecciones controladas con semáforos será discutido en el inciso 6.11 de este capítulo.



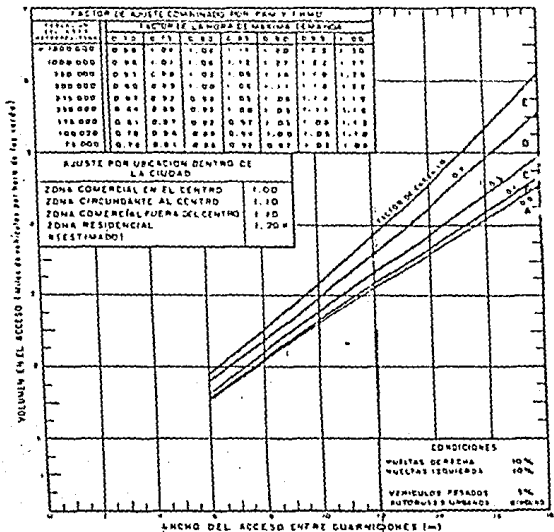


FIGURA 4.54. VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO A UNA INTERSECCION URBANA EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE, PARA CALLES DE UN SENTIDO DE CIRCULACION SIN ESTACIONAMIENTO

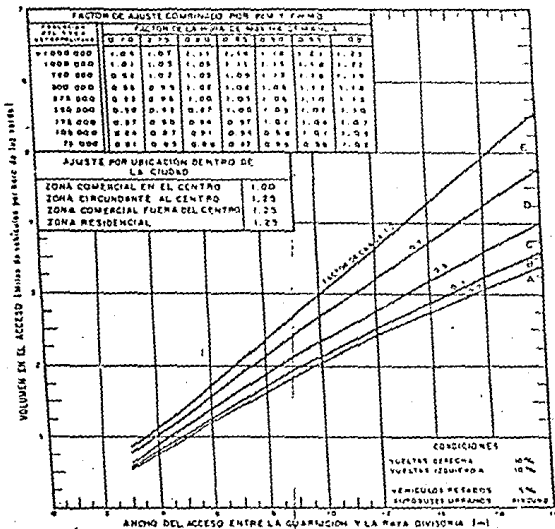


FIGURA 4.37. VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO A UNA INTERSECCION URBANA EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE, PARA CALLES DE DOS SENTIDOS DE CIRCULACION SIN ESTACIONAMIENTO

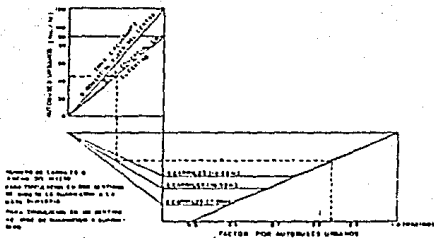


FIGURA 8.39. FACTORES DE AJUSTE POR AUTOMÓVILES URBANOS CON PARADA ANTES DE CRUZAR LA CALLE Y SIN ESTACIONAMIENTO

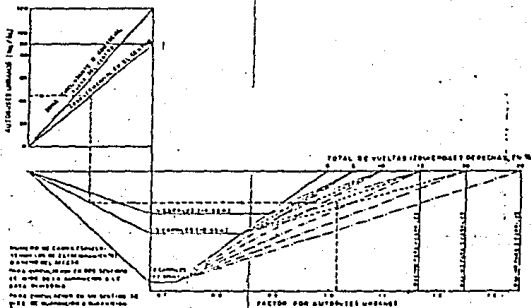


FIGURA 8.40. FACTORES DE AJUSTE POR AUTOMÓVILES URBANOS CON PARADA ANTES DE CRUZAR LA CALLE Y CON ESTACIONAMIENTO

VUELTAS <sup>b</sup> %	FACTOR DE AJUSTE <sup>a</sup>					
	SIN ESTACIONAMIENTO <sup>c</sup>			CON ESTACIONAMIENTO <sup>d</sup>		
	ANCHO DEL ACCESO ≤ 4.50 m	ANCHO DEL ACCESO 5.00 a 7.50 m	ANCHO DEL ACCESO 8.00 a 10.50 m	ANCHO DEL ACCESO ≤ 6.00 m	ANCHO DEL ACCESO 6.50 a 9.00 m	ANCHO DEL ACCESO 9.50 a 12.00 m
0	1.20	1.050	1.025	1.20	1.050	1.025
1	1.18	1.045	1.020	1.18	1.045	1.020
2	1.16	1.040	1.020	1.16	1.040	1.020
3	1.14	1.035	1.015	1.14	1.035	1.015
4	1.12	1.030	1.015	1.12	1.030	1.015
5	1.10	1.025	1.010	1.10	1.025	1.010
6	1.08	1.020	1.010	1.08	1.020	1.010
7	1.06	1.015	1.005	1.06	1.015	1.005
8	1.04	1.010	1.005	1.04	1.010	1.005
9	1.02	1.005	1.000	1.02	1.005	1.000
10	1.00	1.000	1.000	1.00	1.000	1.000
11	0.99	0.995	1.000	0.99	0.995	1.000
12	0.98	0.990	0.995	0.98	0.990	0.995
13	0.97	0.985	0.990	0.97	0.985	0.990
14	0.96	0.980	0.990	0.96	0.980	0.990
15	0.95	0.975	0.990	0.95	0.975	0.990
16	0.94	0.970	0.985	0.94	0.970	0.985
17	0.93	0.965	0.985	0.93	0.965	0.985
18	0.92	0.960	0.980	0.92	0.960	0.980
19	0.91	0.955	0.980	0.91	0.955	0.980
20	0.90	0.950	0.975	0.90	0.950	0.975
22	0.89	0.940	0.980	0.89	0.940	0.980
24	0.88	0.930	0.985	0.88	0.930	0.985
26	0.87	0.920	0.990	0.87	0.920	0.990
28	0.86	0.910	0.995	0.86	0.910	0.995
30 o más	0.85	0.900	1.000	0.85	0.900	1.000

- a) Sin carriles especiales para vueltas o indicaciones especiales del semáforo.  
b) Considerarse las vueltas a la derecha y a la izquierda separadamente. No se suman.  
c) No es necesario el ajuste para anchos de acceso mayores de 10.50 m.  
d) No es necesario el ajuste para anchos de acceso mayores de 12.00 m.

TABLA 4-Y. FACTORES DE AJUSTE POR VUELTAS A LA DERECHA EN CALLES DE DOS SENTIDOS,  
VUELTAS A LA DERECHA EN CALLES DE UN SENTIDO Y VUELTAS  
A LA IZQUIERDA EN CALLES DE UN SENTIDO

CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS %	FACTOR DE AJUSTE	CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS %	FACTOR DE AJUSTE	CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS %	FACTOR DE AJUSTE
0	1.05	7	0.98	14	0.91
1	1.04	8	0.97	15	0.90
2	1.03	9	0.96	16	0.89
3	1.02	10	0.95	17	0.88
4	1.01	11	0.94	18	0.87
5	1.00	12	0.93	19	0.86
6	0.99	13	0.92	20	0.85

TABLA 6-X. FACTORES DE AJUSTE POR CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS

B) Cuando existen carriles especiales para vueltas controladas con semáforo. El procedimiento a seguir, es el siguiente:

1. Dedúzcase del ancho del acceso el ancho del carril o carriles especiales para dar vuelta. Calcúlese el volumen de servicio correspondiente al ancho que resulte, siguiendo el mismo procedimiento indicado en el apartado A), pero considerando 0% de vueltas.

2. Considérese que un carril especial para dar vuelta tiene los siguientes volúmenes de servicio:

Nivel de servicio	Vehículos por hora de luz verde (un carril)	Vehículos pesados (%)
A, B, C.	800	5
D	1 000	5
E (capacidad)	1 200	5

Aplicase la relación G/C correspondiente a la indicación de luz verde para vueltas y el factor de ajuste apropiado obtenido de la tabla 6-X para porcentajes de vehículos pesados diferentes del 5%.

## BIBLIOGRAFIA

Cal y Mayor, R.  
" Ingeniería de Tránsito "  
México D.F. 1978, Representaciones y Servicios  
de Ingeniería S.A.

SAHOP  
" Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras "  
México D.F. 1977

SAHOP. Especificaciones Generales de Construcción.  
" Muestras y Pruebas de Materiales " Novena Parte  
México D.F. 1977

Schwar, Johannes F. y Puy Huarte, José  
" Métodos Estadísticos en Ingeniería de Tránsito "  
Asociación Mexicana de Caminos, México D.F. 1975

Highway Research Board  
" Highway Capacity Manual "  
Washington D.C. 1965

Departamento del Distrito Federal  
" Normas Generales de Proyecto y Construcción de las  
Vías Preferenciales "  
ISTHE México D.F. 1978

SAHOP  
" Plan Sectorial de Vialidad y Transporte del Área  
Metropolitana de Cd. Lázaro Cárdenas, Mich. "  
Dirección General de Centros de Población, México  
D.F. 1980

D.D.F. Dirección General de Planificación  
" Plan Director de Desarrollo Urbano del Distrito Fe-  
deral "  
México, D.F. 1982

ASSHTO  
" A Manual on User Benefit Analysis of Highway and  
Bus Transit Improvements "  
Washington D.C. 1977

**SAHOP**

**" Manual de Dispositivos para el Control de Calles y Carreteras "**  
**México D.F. 1977**

**Rubio Hernández, Alfredo**

**" Tesis. Estudio y Proyecto Geométrico de Intersecciones Viales "**  
**México, D.F. 1963**