

23  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ARAGON”

**ANÁLISIS OPERACIONAL DE LAS VIALIDADES QUE  
CONFLUYEN EN AV. CENTRAL, AV. 412 Y AV. 608**

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el Título de:

**INGENIERIA CIVIL**

Presentan:

**MANUEL PICAZO HUERTA**

**ERNESTO FIDEL SOLIS LEON**

Asesor de Tesis: Ing. **SALVADOR S. BENITEZ MORA**

**NOVIEMBRE, 1987**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION

MANUEL PICAZO HUERTA  
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 1<sup>a</sup> de diciembre del año en curso, presentada por Ernesto Fidel Solís León y usted, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. SALVADOR S. BENITEZ MORA pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "ANALISIS OPERACIONAL DE LAS VIALIDADES QUE CONFLUYEN EN AV. CENTRAL, AV 412 y AV. 608", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para reiterarle mi atenta consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Méx., diciembre 8 de 1986.  
EL DIRECTOR

Lic. SERGIO GUERRERO VERDEJO

C.c.p. Coordinación de Ingeniería (21).  
Unidad Académica.  
Departamento de Servicios Escolares.  
Asesor de Tesis.

SGV'AMCP'11a.

PREFACIO.

INTRODUCCION

1. - <u>TIPOS DE INTERSECCIONES.</u>	PAG.
1.1. - GENERALIDADES. -----	10.
1.1.1. - FINALIDAD DE LAS INTERSECCIONES.	
1.2. - TIPOS DE INTERSECCIONES. -----	11.
1.2.1. - INTERSECCIONES A NIVEL.	
1.2.2. - INTERSECCIONES A DESNIVEL.	
1.3. - ELEMENTOS DE PROYECTO DE LAS INTERSECCIONES. --	18.
1.3.1. - CURVAS EN INTERSECCION.	
1.3.2. - DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN RAMALES DE CAMBIO DE DIRECCION.	
1.3.3. - RELACION ESPACIO-TIEMPO-VELOCIDAD.	
1.3.4. - RELACION VELOCIDAD-CURVATURA.	
1.3.5. - ANCHURA DE CARRILES PARA VUELTAS.	
1.4. - CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD. -----	25.
1.4.1. - RAMPAS DE SALIDA.	
1.4.2. - RAMPAS DE ENTRADA.	
2. - <u>INVESTIGACION Y RECOPIACION DE DATOS.</u>	
2.1. - DATOS FISICOS. -----	27.
2.1.1. - SITUACION ACTUAL DEL CRUCERO.	
2.1.2. - INVENTARIO DEL USO DEL SUELO.	
2.2. - INVESTIGACION DE OTRAS CONDICIONANTES DE DESARROLLO. -----	30.

2.2.1.	- PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO.	
2.3.	- DATOS OPERACIONALES. -----	31.
2.3.1.	- INVENTARIO DE SEÑALAMIENTO.	
2.3.2.	- INVENTARIO DE SEMAFOROS.	
2.3.3.	- AFOROS VEHICULARES.	
2.3.4.	- AFOROS DIRECCIONALES.	
2.3.5.	- AFOROS PEATONALES.	
2.3.6.	- INVENTARIO DE RUTAS DE TRANSPORTE.	
2.3.7.	- INVENTARIO DE ESTACIONAMIENTO.	
3.	- <u>ANALISIS DE LOS DATOS.</u>	
3.1.	- CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO. -----	40.
3.1.1.	- CAPACIDAD.	
3.1.2.	- NIVELES DE SERVICIO.	
4.	- <u>ALTERNATIVAS DE SOLUCION GEOMETRICA.</u>	
4.1.	- CALCULO DEL CICLO OPTIMO. -----	66.
4.2.	- PASO A DESNIVEL. -----	71.
4.3.	- ALTERNATIVAS. -----	72.
4.4.	- ANALISIS DE ALTERNATIVAS. -----	73.
4.4.1.	- ALTERNATIVA DE SOLUCION NO I.	
4.4.2.	- ALTERNATIVA DE SOLUCION NO II.	
4.4.3.	- ALTERNATIVA DE SOLUCION NO III.	
5.	- <u>EVALUACION DE ALTERNATIVAS.</u>	

5.1. - ALTERNATIVA Nº I. -----	81.
5.2. - ALTERNATIVA Nº II. -----	82.
5.3. - ALTERNATIVA Nº III. -----	83.
5.3.1. - CALCULO DEL CICLO OPTIMO DE SEMAFORO.	
5.3.2. - CALCULO DEL TIEMPO DE VERDE NECESARIO.	

6. - ANTEPROYECTO GEOMETRICO (SOLUCION OPERACIONAL):

6.1. - ANTEPROYECTO DE SEMAFOROS. -----	91.
6.2. - ANTEPROYECTO DE SEÑALAMIENTO. -----	93.

ANEXO - A -

PLANOS.

## P R E F A C I O

La intensidad y modalidades del crecimiento físico y demográfico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México han obligado, aunque tardíamente, a la concepción del estudio y enfrentamiento de los problemas de la vialidad y el transporte, como parte de la población del sistema urbano en su conjunto.

Como muchas veces ha sido señalado, el usuario de la vialidad y de los distintos medios de transporte, ya sea como peatón, como conductor o como pasajero, tiene un importante papel en la configuración del problema en su conjunto.

A este respecto, la falta de educación vial y la violación de las disposiciones de tránsito contribuyen en forma importante a los problemas de circulación, así como el incremento del número de accidentes. Y junto con otros comportamientos de incultura urbana, inciden negativamente en la calidad de vida.

De entre dichos usuarios, toca un papel fundamental a los conductores que conforman la corriente vehicular y que llevan en sus manos una gran responsabilidad. Con todo, la competencia por el espacio vial, la prisa por llegar a su destino y un mal entendido sentido de poderío expresado a través del vehículo, lleva a múltiples conductores a actuar con extrema irresponsabilidad y desconsideración con respecto a otros conductores y a los peatones. La violación de las señales de alto y de

la velocidad reglamentaria, el uso respecto de las preferencias de circulación de ciertas vías, las vueltas en sentido prohibido, los "carrones" a otros vehículos, la invasión deliberada de los pasos de peatones, los estacionamientos, así sea momentáneos en puntos no permitidos, con entre otros, actuaciones frecuentes en nuestra ciudad. Por otro lado, es bastante común en los conductores de vehículos colectivos, sobre todo autobuses, obligar al pasajero al abordaje y descenso en medio de la calle, al arranque o la detención de las unidades en forma innecesariamente brusca, las competencias de velocidad entre varios de ellos, etc., al igual que el trato descortés y aún grosero a los pasajeros.

En lo que atañe a los automóviles particulares, merece destacarse lo relativo al desarrollo de un tipo de mentalidad del todo indeseable para una metrópoli de la magnitud y características de la nuestra. Aún en detrimento de su salud, que se vería beneficiada con caminatas a pie, el usuario de este vehículo se siente compelido a utilizarlo, casi obsesivamente, para cortísimos desplazamientos en que no es necesario, al par que se niega a combinar su uso con medios de transporte colectivo en las zonas congestionadas. Pero aún en los viajes en que sí es indispensable, se aferra a que éstos sean de puerta a puerta no importe que en su preciso lugar del destino esté prohibido estacionarse o no haya espacio disponible. Múltiples conductores, antes que dejarlo a dos o tres cuadros donde es posible hacerlo sin daño a terceros, prefieren estacionarse frente a una entrada de coche, en doble o triple fila, sobre los camellones o en



bre las banquetas.

El estacionamiento de automóviles sobre las banquetas, tan común en diversas zonas de la ciudad, hace necesario realizar un estudio sobre la reducción de la capacidad de circulación peatonal sobre ellas, situación que se agudiza al colocar los vehículos tan juntos unos de otros, que el peatón tiene que efectuar grandes rodeos para continuar su recorrido.

El estacionamiento así obedece, en gran parte, a su no disponibilidad en el edificio o casa habitación, en múltiples ocasiones, contando con él, el conductor, que deberá salir nuevamente, se niega por razones de comodidad personal a hacer la maniobra del caso, sin importarle las consecuencias que ello tiene en la circulación peatonal y en la imagen de la ciudad.

Parte de la mentalidad es utilizar el claxon a altas horas de la noche para llamar a personas dentro de casas o edificios o para solicitar que les abran la puerta de su domicilio o hacerlo sonar abusivamente para abrirse paso en la circulación.

Por su parte los peatones incurren también en numerosas violaciones a las disposiciones correspondientes, frecuentemente cruzan las calles en lugares que no son esquinas o zonas marcadas para el efecto, en las vías de circulación rápida no - - -

utilizan los puentes o pasos subterráneos para el cruce de personas; invaden intempestivamente la superficie de rodamiento o salen a ella frente a vehículos detenidos momentáneamente; no respetan las señales de alto a peatones, invaden el arroyo con el propósito de ofrecer mercancías y servicios o para practicar mendicidad, etc.

La intensa competencia para el uso de los medios de transporte colectivo también conlleva numerosos aspectos de comportamiento negativo entre los usuarios, junto con otros elementos de incultura y falta de educación general. Parte de éstos son los daños a los vehículos y a sus instalaciones complementarias, asimismo, fumar, consumir bebidas o alimentos dentro de ellos y arrojar basura. El apremio por llegar a tiempo al trabajo, a la escuela, a una cita médica o a otro tipo de compromisos, frente a la escasez de oferta de transporte colectivo, se traduce en una generalizada falta de respeto humano que no se detiene ante ancianos, mujeres y niños en una lucha que incluye desde empujones y codazos hasta golpes en caso necesario, cuestiones que por ejemplo, han implicado que en el metro, en ciertos momentos y líneas, se reserven trenes exclusivos para proteger la integridad de éstos.

En las horas de máxima demanda, la aglomeración y la competencia excesivos exacerban la agresividad, en un cruce en el que las vejaciones a mujeres y los incidentes enojosos de palabra y de hecho menudean y en que muchos pasajeros se ven obligados a viajar colgados de las puertas y defensas traseras de

autobuses y trolebuses poniendo en peligro su vida. La descortesía, la aplicación de la ley del más fuerte y el más ágil, se observa no únicamente en los usuarios del metro, de los autobuses y de los trolebuses, sino también con respecto al aborreo de los taxis en una actitud generalizada que involucra a todos los estratos sociales y que junto con la competencia por la vialidad, en el sentido antes dicho, constituye uno de los factores básicos de la creciente deshumanización de la ciudad que viene produciéndose desde hace varios años, a la vez que incide sobre la generación de accidentes.

Cabe señalar al respecto que, según se ha demostrado, la mayor parte de los accidentes de tránsito se debe a la actuación de los conductores que en la mayoría de los casos son culpables, aunque en varias ocasiones también es decisiva la imprudencia de los peatones. Como quiera que sea, el elemento humano figura como el principal factor causante de los accidentes de tránsito, quedando las condiciones del vehículo y de las vías de circulación en lugar secundario.

Empero, estos hechos no ocurren en el vacío. La función policíaca como actitud de servicio para asegurar el flujo de vehículos y peatones y su seguridad, incluyendo acciones preventivas y de apoyo a los programas de educación vial, mismas que dejan mucho que desear en nuestro medio. Existen serios fallos tanto en las acciones de vigilancia como de prevención, aparte de otras irregularidades como la concesión de licencias para conducir sin que se realicen todos los exámenes necesarios para ase-

gurar la idoneidad del solicitante para obtenerla.

Todos estos factores anulan en gran parte los esfuerzos que se realizan en materia de educación vial o de implementación de ciertas disposiciones para mejorar el tránsito, pues generan un gran excepticismo en la población y, por ende, una falta de colaboración a medidas que se anuncian como indispensables para el interés colectivo, pero que se sabe no se aplican en forma generalizada, o que pueden ser transgredidas en muchos casos, sin mayores consecuencias.

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

Dado el crecimiento del área urbana de la ciudad de México, el incremento de la población y el gran número de vehículos, han surgido numerosos planes para la regulación del crecimiento de la Ciudad, la adecuación de los servicios y - fundamentalmente el acondicionamiento de la vialidad para dar mayor facilidad a las necesidades de movilización.

Dentro de esta consideración y particularizando, el crucero formado por la Avenida Central, Avenida 608, Avenida 412 y el área de influencia de la vía del ferrocarril a los Reyes; el cual será objeto de un análisis operacional para saber en que condiciones esta trabajando ya que a simple vista presenta grandes problemas, a pesar de las modificaciones que se le han realizado como; la ampliación del ciclo de semáforo de 75 a 120 seg., la manipulación del semáforo por los oficiales de tránsito en las horas de máxima demanda, la ampliación de un carril en el acceso oriente, la apertura de dos cerriles a través de una isleta en el acceso norte cortando el camellón del acceso poniente. Todo esto con el objeto de satisfacer, - dar seguridad y mejorar las condiciones físico-operacionales en beneficio de los usuarios pero que, sin embargo, no han solucionado en sí el problema.

El objetivo de este estudio es saber cual es la situación real, si está operando en forma normal, si está llegando a su capacidad o si se encuentra ya saturado, de manera tal, -

que si estuviera llegando a su capacidad o se encontrara ya saturado, se darían alternativas de solución, tratando de aplicar la alternativa que cumple con los requisitos específicos requeridos.

Este crucero esta ubicado en la zona noreste de la ciudad, en el límite del Distrito Federal y el Estado de México, pertenece a la Delegación Gustavo A. Madero, es una liga importante entre las areas habitacionales en gran desarrollo de esa zona y las actividades comerciales, de negocios y de trabajo de la propia ciudad.

Por lo tanto el crucero en estudio representa un punto importante en la red vial de la Ciudad de México.

Para tener un panorama general de nuestro problema trataremos de dar una breve explicación de la forma como se va a desarrollar nuestro análisis, describiendo concretamente lo que abarcará cada tema de nuestro estudio, el cual es como sigue:

En el primer tema se presentan los diferentes tipos de intersecciones, su finalidad, elementos de proyecto, los radios de giro, la distancia de visibilidad, la importancia de los carriles de cambio de velocidad, así como las rampas de salida y entrada.

En el segundo tema entramos de lleno al problema; aquí obtendremos todos los datos necesarios para poder realizar el

análisis operacional de la intersección como es: Llevar a cabo un estudio de la situación actual del cruce, realizar un inventario del uso del suelo en dicha zona, investigar si existen otras condicionantes de desarrollo, inventarios de: Señalamiento, semáforos, estacionamiento y rutas de transporte en la intersección, así como realizar los aforos correspondientes para: vehículos y peatones.

En el tercer tema llegamos ya a analizar todos los datos obtenidos para realizar nuestros cálculos como son de capacidad y niveles de servicio con los cuales nos van a determinar si la intersección está trabajando dentro de las normas establecidas para ésta o si ya se encuentra saturada.

En el tema cuatro se ve y se analiza cuales pueden ser las alternativas de solución geométrica.

En el tema cinco se evalúan las alternativas de solución propuestas.

En el tema seis se presenta ya el anteproyecto geométrico (solución operacional) de esas alternativas por lo que con esto concluimos nuestro estudio esperando sea de interés y utilidad para los fines que se requiera.

## 1. - INTERSECCIONES.

### 1.1. - GENERALIDADES:

Una intersección es el área donde dos o más caminos se unen o cruzan y su función primordial es la operacional para -- proporcionar los diferentes cambios en la dirección de viaje. Es una parte sumamente importante del camino, y un buen proyecto de la misma se traduce en eficiencia, seguridad, costos de o peración más bajos, reducciones moderadas de velocidad, mayor - capacidad.

#### 1.1.1. - FINALIDAD DE LAS INTERSECCIONES.

Las intersecciones tienen como finalidad:

- a). - Reducir el número de puntos de conflicto.
- b). - Controlar la velocidad relativa.
- c). - Coordinar el proyecto con los dispositivos de control de tránsito.
- d). - Evitar maniobras múltiples y adecuación de convergencias y divergencias.
- e). - Separar los puntos de conflicto.
- f). - Favorecer los flujos principales.
- g). - Reducir las áreas de conflicto.
- h). - Segregación de flujos vehiculares no homogéneos.

#### 1.2. - TIPOS DE INTERSECCIONES.



Las intersecciones pueden ser de dos tipos: a nivel y a desnivel. Las primeras son las que generalmente predominan - y su diferencia, es que en estas últimas existe separación física de flujos vehiculares por medio de pasos superiores o inferiores.

#### 1.2.1. - INTERSECCION A NIVEL.

Estas deben proporcionar movimientos de vuelta y cruce. Existen diferentes tipos, dependiendo principalmente del número de caminos que se intersectan y otros factores, pero los controles primordiales son entre otros: el volumen horario de proyecto, la composición del tránsito y la velocidad de diseño.

Las intersecciones a nivel más comunes son: la T y la Y, llamadas así por estar compuestas por tres ramas de camino: la de cuatro ramas (cruce), y la glorieta. Específicamente, una intersección a nivel será determinada principalmente por el número de ramas que lleguen a la intersección, la topografía, los flujos vehiculares y el tipo de operación.

Las intersecciones de tres o cuatro ramas pueden sufrir modificaciones respecto a la sección normal de las ramas que los componen para facilidad de maniobras de los vehículos que convergen o se separan del flujo principal.

En estas condiciones se dice que la intersección es abocinada y se caracteriza por tener mayor número de carriles

o mayor sección, que la del camino.

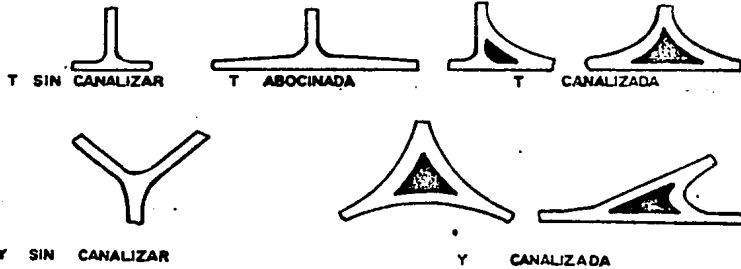
La glorieta se caracteriza porque está formada por más de cuatro ramas y en ella converge y se separa todo el tránsito. No es conveniente el que nuevas vialidades se proyecten con este tipo de intersecciones por los grandes conflictos que representa y sólo debe ser permitido su uso cuando la suma del volumen horario total de todas las ramas es de 3000 vehículos o menor. Además, para que una glorieta pudiera operar adecuadamente necesitaría de grandes dimensiones para que los entrecruzamientos pudieran realizarse en longitudes apropiadas.

La posición de las ramas que forman una intersección puede dar motivo a que esta última requiera de una gran área pavimentada para dar los radios de giro adecuados. Esto provoca el que exista un tránsito desorganizado dentro del entrecruzamiento: para remediarlo es necesario canalizar los diferentes movimientos mediante isletas canalizadoras.

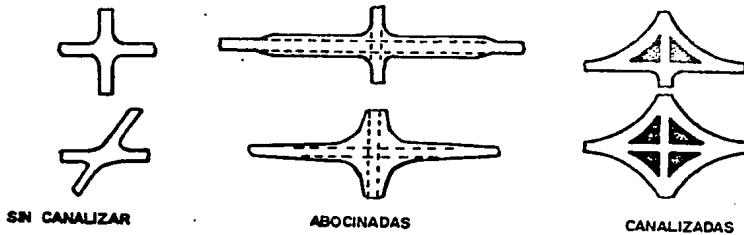
Las isletas son áreas definidas que sirven tanto para separar y ordenar los diferentes movimientos vehiculares, como para refugio de peatones. Estas pueden ser físicas, en cuyo caso serán delimitadas mediante guarniciones: y no físicas, que son las marcadas con pintura reflejante color blanco o amarilla en un área pavimentada. En las fig. 1-1 y 1-2 se presentan los tipos más generales de intersecciones a nivel.

## TIPOS GENERALES DE INTERSECCIONES A NIVEL

### INTERSECCIONES DE TRES RAMAS



### INTERSECCIONES DE CUATRO RAMAS



### INTERSECCIONES DE RAMAS MÚLTIPLES



ENTRONQUES DE TRES RAMAS. CON ALTO GRADO DE CANALIZACION

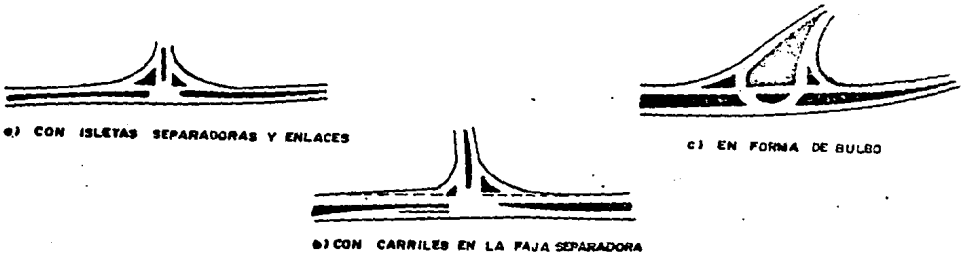


FIGURA 1-2

1.2.2. - INTERSECCIONES A DESNIVEL.

Las intersecciones a desnivel son generalmente determinadas por los altos flujos vehiculares de dos caminos que se cruzan.

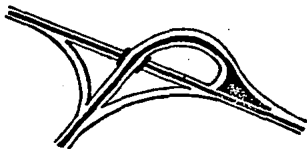
En las intersecciones a nivel, la capacidad de cada uno de los accesos es diferente y menor a la capacidad que se pudiera tener en un camino abierto, aún con las mismas características geométricas. Ello es debido a que la circulación es discontinua para permitir el paso a flujo vehicular transversal y a la presencia de peatones, es el caso de zona urbana o suburbana. Cuando las demoras que se presentan en las intersecciones a nivel son intolerables, es necesario revisar sus características geométricas y en caso de que no se llegue a una solución que mejore la situación, se procederá a la construc-

ción de una intersección a desnivel. En este último caso, al no existir interferencias con tránsito que cruce, se elevará considerablemente el número de vehículos que soporte el camino, ya que el flujo será sin interrupciones y así la capacidad será más semejante a la obtenida en un camino abierto. Si a esto se le agrega el dotar de rampas de entrada y salida con los carriles de aceleración y desaceleración adecuados, de tal manera que puedan los vehículos que se incorporan o separan adquirir la velocidad del flujo al que se añaden, las interferencias de este último serán mínimas y la capacidad obtenida será igual a la del camino abierto mencionado; ello naturalmente, cuando las características geométricas sean semejantes en ambos.

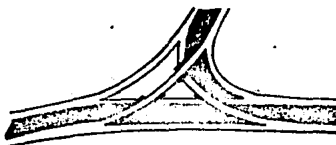
El tipo de intersección a desnivel dependen al igual que para las intersecciones a nivel, de diferentes factores, siendo los principales: los volúmenes de tránsito, básicamente los volúmenes horarios de proyecto, la clasificación vehicular, la velocidad de diseño, la topografía de la zona, el derecho de vía disponible, entre otros.

Aunque las intersecciones en sí son determinadas por las características específicas del lugar, existen diferentes tipos los cuales pueden ser tomados como base para cualquier diseño. En la figura 1-3, se presentan estos tipos más comunes.

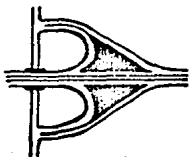
TIPOS GENERALES DE ENTRONQUES A DESNIVEL



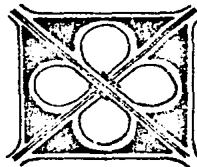
a) "T" o TROMPETA



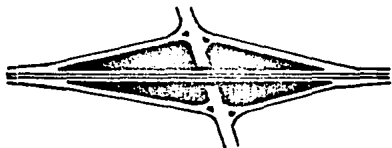
b) "Y" DIRECCIONAL



c) TREBOL PARCIAL

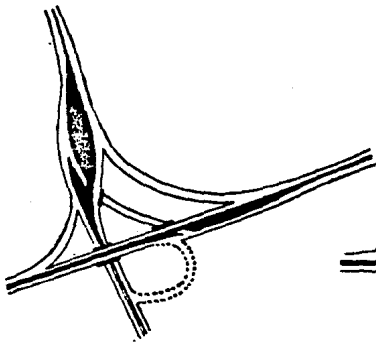


d) TREBOL

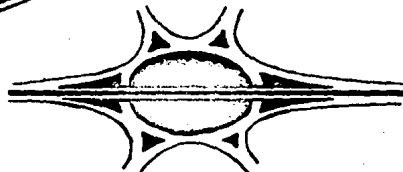


e) DIAMANTE

FIGURA 1-3



(f) DIRECCIONAL



(g) GLORIETA

FIGURA 1-3

Las intersecciones a desnivel de tres ramas, a) y b), tienen la forma de una T o trompeta.

Las de cuatro ramas presentan diferentes variaciones. La más común es el trébol (d). En ella todos los movimientos son canalizados, en un sentido de circulación con el único inconveniente de que las vueltas izquierdas no son directas, sino que es necesario dar un giro de 270 grados aproximadamente, para tomar la dirección deseada.

Existe una intersección llamada "trébol parcial" la cual tiene las mismas características del trébol sólo que con menos rampas y se muestra en (c). En dicha figure se observen sólo dos cuadrantes. Se proporcionan todos los movimientos, -- excepto que algunos de ellos funcionan como intersecciones a nivel.

La figura (e), presenta una intersección tipo diamante, la cual consta de cuatro rampas de un solo sentido de circulación. Su uso es muy adecuado cuando se cruce un camino de altas especificaciones con fuertes volúmenes de tránsito, con otro en el que los volúmenes son de menor magnitud. La desventaja en ella es que las vueltas izquierdas desde y para el camino secundario, deben ser ejecutadas a nivel.

Existen otro tipo de intersecciones a desnivel llamadas direccionales que son aquellas formadas con rampas que --- tienden a seguir la dirección natural hacia donde se desea dirigir el usuario. Véase (f). En ella se observa que uno o más de los movimientos de vuelta izquierda son manejados por una conexión directa o casi, entre los caminos principales que se cruzan.

### 1.3. - ELEMENTOS DE PROYECTO DE LAS INTERSECCIONES.

La mayoría de los elementos de proyecto de los caminos: velocidad, alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad, capacidad, secciones transversales y sobreelevación, son importantes para el proyecto de las intersecciones. Esto representa cierto grado de complejidad ya que todos estos elementos de proyecto deben entrar simultáneamente en el diseño de una intersección y congruentes con las características de los caminos que la forman. Por ello, serán discutidos brevemente, algunos de los principios más importantes de proyecto, de acuerdo a su relación con el desarrollo de la intersección.



### 1.3.1. - CURVAS EN INTERSECCIONES.

Los radios de giro mínimos son utilizados en el diseño de intersecciones en las cuales el espacio es muy restringido.

Para el diseño del borde del pavimento en estos casos, se asume que el vehículo de proyecto para ese radio mínimo, es colocado apropiadamente dentro del carril en el principio y final de la vuelta, a 60 centímetros del borde del pavimento, sobre la tangente y en los puntos en que comienza y termina la curva, los valores que se adoptan según esta consideración se presenten en la tabla 1-1. Estos fueron obtenidos colocando la huella de la rueda interna de los diferentes vehículos de proyecto, 60 centímetros o más del borde del pavimento y en ningún caso dicha distancia es menor a 30 centímetros, todos ellos sobre carriles de 3.65 metros de ancho. El ángulo de giro, es el comprendido entre las dos tangentes.

Si el ángulo de giro es menor de 90 grados, el radio mínimo requerido es mayor que para giros de 90 grados. En caso contrario, dichos radios son menores que para 90 grados.

Cuando el vehículo de proyecto es de mayores dimensiones, o cuando la velocidad con la que pueden dar vueltas, es mayor de 15 kilómetros por hora, los radios de giro son de tal magnitud, que hacen que el área pavimentada en la intersección sea de grandes dimensiones y no se pueda llevar un control a--

VEHICULO DE PROYECTO	REFLEXION grados	RADIO DE LA CURVA SIMPLE metros	CURVAS COMPUESTAS SIMÉTRICAS		CURVAS COMPUESTAS ASIMÉTRICAS	
			RADIO	DESPLAZA- MIENTO	RADIO	DESPLAZA- MIENTO
			metros	metros	metros	metros
DE - 335	30	16.25	_____	_____	_____	_____
DE - 610		30.25	_____	_____	_____	_____
DE - 1220		45.75	_____	_____	_____	_____
DE - 1525		60.25	_____	_____	_____	_____
DE - 335	45	15.25	_____	_____	_____	_____
DE - 610		23.00	_____	_____	_____	_____
DE - 1220		36.75	_____	_____	_____	_____
DE - 1525		52.00	61.00 - 30.00 - 60.00	0.90	_____	_____
DE - 335	60	12.25	_____	_____	_____	_____
DE - 610		18.25	_____	_____	_____	_____
DE - 1220		28.00	_____	_____	_____	_____
DE - 1525		_____	61.00 - 23.00 - 61.00	1.70	61.00 - 23.00 - 64.00	0.60 - 1.55
DE - 335	75	11.00	30.00 - 7.50 - 30.00	0.60	_____	_____
DE - 610		16.75	36.00 - 13.50 - 36.00	0.60	_____	_____
DE - 1220		26.00	36.00 - 13.50 - 36.00	1.55	36.00 - 13.50 - 60.00	0.60 - 2.60
DE - 1525		_____	45.00 - 15.00 - 45.00	1.85	45.00 - 15.00 - 67.50	0.60 - 3.05
DE - 335	90	9.25	30.00 - 6.00 - 30.00	0.75	_____	_____
DE - 610		15.25	36.00 - 12.00 - 36.00	0.60	_____	_____
DE - 1220		_____	56.00 - 12.00 - 36.00	1.50	36.00 - 12.00 - 60.00	0.60 - 1.80
DE - 1525		_____	54.00 - 18.00 - 54.00	1.80	36.00 - 12.00 - 60.00	0.60 - 3.00
DE - 335	105	_____	30.00 - 6.00 - 30.00	0.75	_____	_____
DE - 610		_____	30.00 - 10.50 - 30.00	0.90	_____	_____
DE - 1220		_____	30.00 - 10.50 - 30.00	1.55	30.00 - 10.50 - 60.00	0.60 - 2.45
DE - 1525		_____	58.00 - 14.00 - 56.00	2.45	45.00 - 12.00 - 63.00	0.60 - 3.05
DE - 335	120	_____	30.00 - 6.00 - 30.00	0.60	_____	_____
DE - 610		_____	30.00 - 9.00 - 30.00	0.90	_____	_____
DE - 1220		_____	36.00 - 9.00 - 36.00	1.85	30.00 - 9.00 - 54.00	0.60 - 2.75
DE - 1525		_____	54.00 - 12.00 - 54.00	2.60	46.00 - 10.75 - 67.50	0.60 - 3.65
DE - 335	135	_____	30.00 - 6.00 - 30.00	0.45	_____	_____
DE - 610		_____	50.00 - 9.00 - 30.00	1.20	_____	_____
DE - 1220		_____	36.00 - 9.00 - 36.00	2.00	30.00 - 7.50 - 54.00	0.60 - 2.75
DE - 1525		_____	48.00 - 10.50 - 48.00	2.75	39.00 - 9.00 - 55.50	0.90 - 4.25
DE - 335	150	_____	23.00 - 5.50 - 23.00	0.60	_____	_____
DE - 610		_____	30.00 - 9.00 - 30.00	1.20	_____	_____
DE - 1220		_____	36.00 - 9.00 - 36.00	1.85	27.00 - 7.50 - 48.00	0.90 - 3.35
DE - 1525		_____	48.00 - 10.50 - 48.00	2.15	36.00 - 9.00 - 54.00	0.90 - 4.25
DE - 335	180 VUELTA EN U	_____	15.00 - 4.50 - 15.00	0.15	_____	_____
DE - 610		_____	30.00 - 9.00 - 30.00	0.45	_____	_____
DE - 1220		_____	30.00 - 6.00 - 30.00	2.90	25.50 - 6.00 - 45.00	1.85 - 3.95
DE - 1525		_____	36.50 - 7.50 - 36.50	2.90	30.00 - 7.50 - 54.00	1.85 - 3.95

TABLA 1.1 RADIOS PARA EL DISEÑO MÍNIMO DE INTERSECCIONES

propiedad de la operación vehicular. En estos casos, una isleta delimitando los diferentes movimientos direccionales es aconsejable.

### 1.3.2. - DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN RAMALES DE CAMBIO DE DIRECCION.

Cualquier camino o intersección de caminos deben contar con una distancia lateral libre de obstáculos que le permita al conductor poderse detener antes de chocar con un estorbo inesperado sobre su camino. La tabla 1-2 presenta los valores de distancia de visibilidad de parada mínima en ramales de vuelta en función de la velocidad de proyecto.

#### DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA MINIMAS EN RAMALES DE VUELTA.

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	20	30	40	50	60	65
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA MINIMA (m).	24	36	48	60	72	82

TABLA 1-2

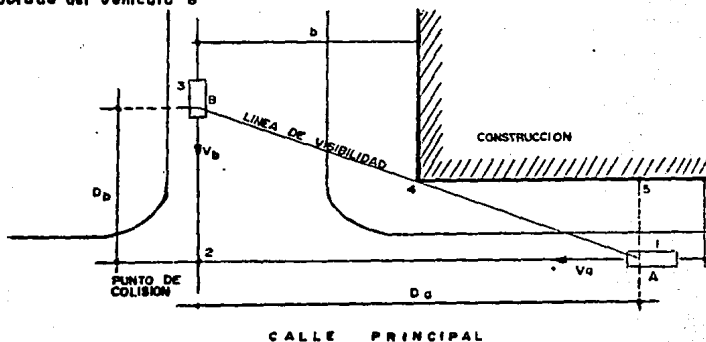
### 1.3.3. - RELACION ESPACIO-TIEMPO-VELOCIDAD.

La relación espacio-tiempo-velocidad, definen el triángulo de visibilidad mínima, el cual debe estar libre de obs-

táculos, o, si es usado un triángulo de visibilidad menor, entonces deben ser modificadas las velocidades de aproximación. - En la figura 1-4, se ilustra este triángulo de visibilidad. --- Existen diferentes métodos para determinar la distancia de visibilidad en intersecciones y por lo tanto la velocidad de aproximación en los accesos.

#### TRIANGULO DE VISIBILIDAD

$v_a$  = Velocidad del Vehículo A  
 $a, b$  = Distancia entre el obstáculo y la trayectoria de los vehículos  
 $v_b$  = Velocidad del Vehículo B



$D_a, D_b$  = DISTANCIA DEL VEHICULO A LA INTERSECCION Y DISTANCIA DEL VEHICULO QUE DEPENDE DE LA LINEA DE VISIBILIDAD QUE PERMITE EL OBSTACULO

FIGURA 1-4

#### 1.3.4. - RELACION VELOCIDAD-CURVATURA.

Ya ha sido visto que cuando las vueltas en intersecciones son diseñadas con el radio de giro mínimo del vehículo de proyecto, la velocidad a la que deberán dar vuelta debe ser de 15 Km/h o menores. La velocidad que se escoge como de proyecto para vueltas depende fundamentalmente de tres factores: la velocidad de los vehículos en la intersección, los volúmenes de tránsito tanto de frente como los que dan vuelta, y naturalmente del tipo de intersecciones. Una velocidad que se considere deseable para tomarla como proyecto para las vueltas, es la correspondiente a la de recorrido promedio, que es generalmente el 70% de la velocidad de proyecto del camino cuyo acceso se está analizando. Dicha celeridad permite que el flujo vehicular sea más uniforme y es justificado dicho proyecto, cuando las vueltas son frecuentes. La tabla 1-3, presenta los radios mínimos que son requeridos para una determinada velocidad de proyecto.

#### 1.3.5. - ANCHURA DE LOS CARRILES PARA VUELTAS.

Estas anchuras están gobernadas principalmente por el vehículo de proyecto empleado para el diseño de la vuelta y por la velocidad a la que los vehículos virarán. Este anchura es diferente a la que trae el camino para el tránsito de frente, e incluye acotamiento o distancia libre lateral, fuera del borde del pavimento.

El acotamiento requerido será mínimo de 0.60 metros, y es el empleado en pesos e desnivel. Este valor puede ser mayor.

RADIOS MINIMOS PARA CURVAS EN INTERSECCIONES

VELOCIDAD DE PROYECTO PARA VUELTAS ( Km/h )	20	30	40	50	60	65
FACTOR DE FRICCION LATERAL $M$	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
SOBREELEVACION MINIMA ASUMIDA ( $S$ )	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
<u>T O T A L</u> ( $S + M$ )	0.32	0.29	0.27	0.26	0.26	0.25
RADIO MINIMO CALCULADO ( m )	14.23	27.86	46.63	69.95	93.87	130.20
<u>GRADO DE CURVATURA :</u>						
MAXIMO ( GRADOS )		64	38	25	18	13
VELOCIDAD DE RECORRIDO PROMEDIO ( km/h )	23	29	35	42	48	55

NOTA.- PARA VELOCIDADES DE PROYECTO DE MAS DE 65 Km/h, USE VALORES PARA CONDICIONES DE CAMINO ABERTO.

TABLA 1-3

hasta igualar las dimensiones del acotamiento del camino abierto.

Las anchuras del pavimento como una función del radio de la curva y del tipo de operación están establecidas en el - Manual de proyecto geométrico de carreteras, de la SAHOP.

#### 1.4. - CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD.

Estos son sumamente importantes en intersecciones con fuertes flujos vehiculares y en donde se registran velocidades altas. Consisten generalmente en un carril auxiliar que incluye áreas usadas para la aceleración o desaceleración de vehículos que se incorporan o divergen de los carriles principales.

Tanto los carriles de aceleración, como los de desaceleración, constan de una anchura de 3.05 a 3.65 metros, con una longitud suficiente que permita adecuar su velocidad según sea el caso, a la existente en el camino principal o a la permitida por la vuelta.

El Manual de proyecto geométrico de carreteras establece las recomendaciones específicas para el proyecto de rampas de incorporación y divergencias, anotándose a continuación un resumen de dichas recomendaciones.

##### 1.4.1. - RAMPAS DE SALIDA.

1. - En el punto de divergencia del camino principal, deben constar de un solo carril de circulación.
2. - El ángulo de salida debe ser pequeño, preferiblemente de 4 ó 5 grados.
3. - La salida deberá procurarse sea sobre una tangente del camino principal.
4. - Deberá pretenderse que todas las salidas sean del lado derecho del camino.

1.4.2. - RAMPAS DE ENTRADA.

1. - Constarán de un solo carril, en el punto de unión principal.
2. - Deben tomar en cuenta el efecto de la pendiente sobre los camiones.
3. - Conectarán con el camino principal siempre del lado derecho de él.



2. - INVESTIGACION Y RECOPIACION DE DATOS.

2.1. - DATOS FISICOS.

2.1.1. - SITUACION ACTUAL DEL CRUCERO.

La Avenida Central se ubica dentro de las vias primarias ya que estas se construyen para alojar grandes volúmenes de tránsito y cuentan con un gran desarrollo para efectuar largos recorridos.

Esta avenida comunica el extremo noreste de la ciudad, como son las colonias San Juan de Aragón, Valle de Aragón, Soques de Aragón, Impulsora, Ciudad Azteca, el Chamizal, Jardines de Morelos, Prados de Aragón y Nueva Aragón entre otras, con la red ortogonal de ejes viales, por lo cual representa una importante vía de acceso a la ciudad. Mueve un volumen de tránsito de más de 4000 vehículos por hora en ambos sentidos.

La comunicación directa hacia el poniente de la ciudad es por medio de la Avenida 412 que se ubica dentro de la zona de influencia de este cruceo y forma parte de la red ortogonal de ejes viales.

La Avenida 608 también forma parte de la red ortogonal de ejes viales y del cruceo en estudio, comunica al sur y centro de la ciudad.

Por lo cual, en la red ortogonal de ejes viales repre

senta un punto importante este cruce en estudio que se ubica en el límite del Distrito Federal y el Estado de México, ver plano No. 1.

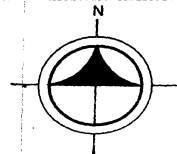
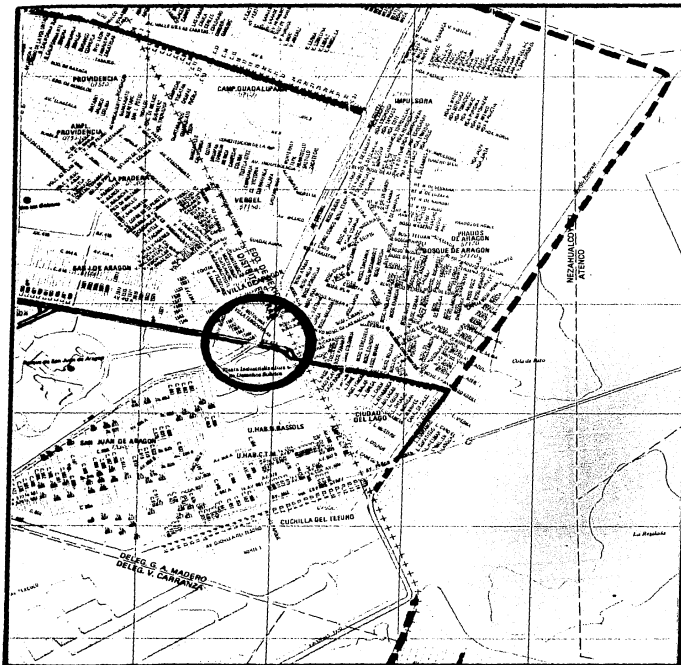
La Avenida Central llamada también Avenida Carlos --- Hank González, tiene su sección mayor al norte del cruce, -- dos sentidos de circulación, en la cual se alojan cinco carriles de circulación en ambos sentidos, incluidos los de la calle lateral, un camellón central de 37 metros de ancho y cambio de alineamiento horizontal al llegar al cruce con la Avenida 412.

La Avenida Central continúe hacia el Sur con la Avenida 608 que consta de cuatro carriles por sentido y un camellón central de ocho metros.

La continuación del eje 5 norte es la Avenida 412 que cuenta en su rama poniente con cinco carriles de circulación -- en ambos sentidos y un camellón central de 2.80 metros. La rama oriente se compone de 5 carriles en el acceso y 3 en la salida de la intersección, un camellón central de 10.00 metros.

Sobre la acera poniente de la Avenida Central en la -- misma intersección desemboca la Avenida 418, ésta opera con -- dos sentidos de circulación con tres carriles cada uno y un ca mellón central de 3 metros.

Las líneas de alto para los vehículos y pasos peatonales tienen tramos irregulares, por las condiciones del cruce



**SIMBOLOGIA** : CRUCERO—○

CROQUIS DE LOCALIZACION  
DE LA INTERSECCION  
EN ESTUDIO.

PLANO No.  
|

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP ARAGON**

TESIS PROFESIONAL

ANALISIS OPERACIONAL DE LAS VIALIDADES QUE  
CONFLUYEN EN AV.CENTRAL,AV.412 Y AV.608.

MANUEL PICAZO HUERTA  
ERNESTO SOLIS LEON

INGENIERIA CIVIL GENERACION 82-86  
ESC. 1:30 000 1987





en lo referente a su irregularidad en el alineamiento de las - calles y avenidas que inciden en el lugar, así como a la ampli- tud del mismo.

La circulación se ve afectada frecuentemente por el - peso de los convoyes del ferrocarril a los Reyes, lo cual ocu- rre generalmente a la hora de máxima demanda vehicular, ocasionando coles que llegan a obstaculizar las ramas que forman la intersección de Avenida 412 y Avenida central. Esta circula- ción está controlada mediante semáforos de tiempo fijo y señala- miento.

#### 2.1.2. - INVENTARIO DEL USO DEL SUELO.

La zona de influencia del cruce en su mayor parte - se encuentra rodeada por unidades habitacionales unifamiliares, como lo son San Juan de Aragón, Valle de Aragón y Bosques de - Aragón entre otros, con sus corredores urbanos en los cuales - el uso de suelo es mixto (habitacional y comercial), una zona recreativa formada por el Bosque de San Juan de Aragón, aunán- dose a este una tienda de autoservicio, dos cines y la proximi- dad del centro de estudios superiores ENEP-ARAGON.

Como es una zona habitacional unifamiliar no es muy - alto el porcentaje de negocios y comercios existentes.

Sobre la Avenida 608 al sur este de la intersección se localiza una planta de tratamiento de desechos sólidos.

## **2.2. - INVESTIGACION DE OTRAS CONDICIONES DE DESARROLLO.**

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

Las autoridades del Departamento del Distrito Federal siguiendo los lineamientos que marca el citado Plan, elaboraron el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, cuya meta al año 2000, pretende lograr, mediante la organización territorial, tres áreas perfectamente definidas. La primera comprende las superficies susceptibles de Desarrollo logrados mediante la redensificación e integración de actividades complementarias.

La segunda consiste en áreas de amortiguamiento destinadas a la recreación y servicios con baja densidad de construcción y la tercera en zonas de preservación o de reservas.

### **2.2.1. - PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO.**

EL PLAN CONTEMPLA TRES ETAPAS DE DESARROLLO:

<b>Corto</b>	<b>Plazo (1982). - Prioridades.</b>
<b>Mediano</b>	<b>Plazo (1982-1988). - Para cambios y ajustes de la etapa anterior.</b>
<b>Largo</b>	<b>Plazo (1988-2000). - Integraré todas las propo-</b>

nes del desarrollo para alcanzar la imagen al año 2000 del Plan - Parcial.

En el renglón de viabilidad a partir del mediano Plazo propone completar el sistema primario. En cuanto al transporte: Se propone reestructurar las rutas del transporte colectivo de superficie, ampliación de la cobertura del metro y del transporte no contaminante de superficie.

Se contempla dentro de este plan, una línea del metro que vaya por la Avenida 608 y continúe por la Avenida Central, así mismo otra que iría por la Avenida 412 en su rama oriente para continuar por la Avenida 418, de tal modo que se genere una estación de transbordo en el cruce de estas dos líneas, precisamente en la intersección de Avenida Central con la Avenida 412.

### **2.3. - DATOS OPERACIONALES.**

#### **2.3.1. - INVENTARIO DE SEÑALAMIENTOS.**

Este cruce y su área de influencia cuenta con dos tipos de señalamientos que son:

#### **SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL.**

El señalamiento horizontal consiste básicamente en marcas en el pavimento como son: pasos peatonales, líneas de



alto y rayas separadores de carriles. En la rama poniente de la Avenida 412 se tiene un carril exclusivo para el transporte público, además, se cuenta con flechas que indican los sentidos de circulación y rayas canalizadores. ver plano NO 2.

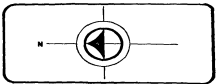
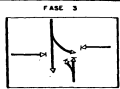
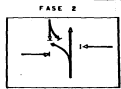
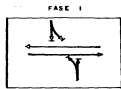
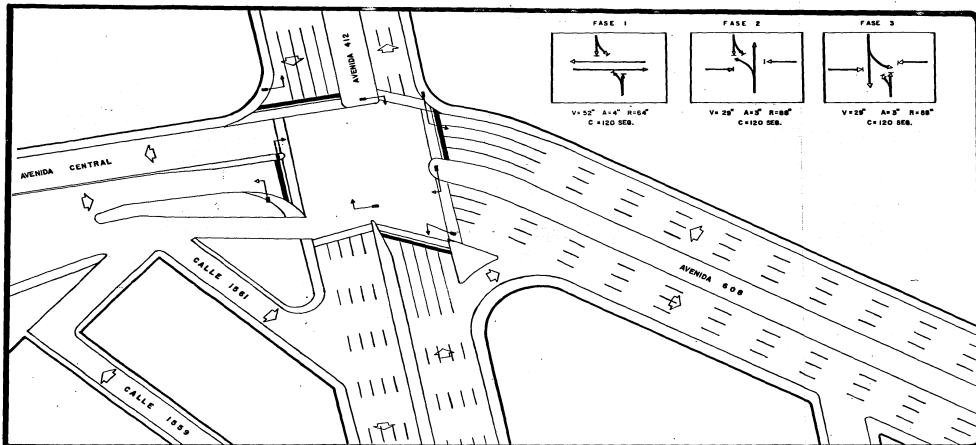
El señalamiento vertical está integrado por señales preventivas, restrictivas e informativas.

Dentro del grupo de las señales informativas se cuenta con leyendas de decisión y confirmativas, cuyos tableros están colocados en bandera y doble bandera así como en las unidades de soporte múltiple (USM) instaladas en los ejes viales 4 y 5 norte.

Las señales de nomenclatura de calles, se encuentran instaladas en soportes destinados para ese fin y solo en los ejes viales están colocadas en las unidades de soporte múltiple.

Existen también señales de información general colocadas en diversos soportes, con leyenda de rutas de transporte y símbolos de paradas.

Prácticamente las señales restrictivas consisten en tableros de prohibición de: estacionamiento, vueltas izquierdas y paso de peatones, las cuales se encuentran instaladas en soportes propios o en Unidades de Soporte Múltiple (USM). El señalamiento preventivo consiste en señales de pasos de peato-



**SIMBOLOGIA**

- LINEA DE ALTO
- CRUCE PARA PEATONES
- ▬ PARAMENTO
- GUARNICION
- SEMAFOROS
- ◊ CIRCULACION
- RAYA DIVISORIA DE CARRIL

INVENTARIO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y LOCALIZACION DE SEMAFOROS Y FASES

PLANO No. 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
E N E P A R A G O N  
TESIS PROFESIONAL  
ANALISIS OPERACIONAL DE LAS VIALIDADES QUE CONFLUYEN EN AV. CENTRAL, AV. 412 Y AV. 608  
MANUEL PICAZO HUERTA  
ERNESTO FELIX SOLIS LEON  
INGENIERIA CIVIL OPERACION 87-88  
EGC. 1500 I. R. 27

nes y cruce de ferrocarril, ver plano N° 3.

### 2.3.2. - INVENTARIO DE SEMAFOROS.

El cruce de la Avenida Central con la vía del ferrocarril cuenta con un semáforo de destello accionado por el paso de un convoy que empieza a funcionar desde el momento en que se aproxima un tren en cualquier dirección hasta que la parte posterior del mismo ha salido de la influencia del cruce.

Las señales que se indican por medio de éste dispositivo son: dos luces rojas horizontales que se encienden y apagan alternadamente, acompañadas de campanas eléctricas que funcionan sincronizadamente con las mismas luces. El semáforo en cuestión, cuenta con una cara para cada una de las cuatro calzadas ( dos laterales y dos centrales ) que componen la sección transversal de la Avenida Central en su cruce a nivel con el ferrocarril.

En tanto que la intersección de la Avenida Central con la Avenida 412 está controlada por semáforos de tiempo fijo. - Las ocho cabezas de semáforos que regulan el tránsito en la intersección están ubicadas sobre ménsulas de las unidades de soporte múltiple.

Seis de las cabezas de los semáforos constan de tres lentes y dos de las que regulan el tránsito de la Avenida 412 en el sentido oriente-poniente y poniente-oriente están constituidos por cuatro lentes, ya que permiten la vuelta izquierda en forma directa a los vehículos.



El ciclo normal de los semáforos es de 120 segundos, sin embargo, en las horas de máxima demanda se aumenta la duración del ciclo, asignándole a cada fase un tiempo que está a juicio del oficial de tránsito que lo maneja, generalmente supera los 120 segundos.

El flujo vehicular está dividido en tres fases, correspondientes a cada movimiento en la intersección:

La primera fase le da luz verde a la Avenida Central y a la Avenida 608 simultáneamente y mantiene en alto a la Avenida 412 en sus dos ramas ( oriente y poniente ). La segunda fase permite el flujo de la Avenida 412 en su rama poniente, permitiendo la vuelta izquierda y mantiene en alto a la Avenida Central, la Avenida 608 y la rama oriente de la Avenida 412. La tercera fase da luz verde al flujo oriente de la Avenida 412, permitiendo la vuelta izquierda y mantiene en alto a la Avenida Central, la Avenida 608 y la Avenida 412 en su rama poniente.

### 2.3.3. - AFOROS VEHICULARES.

Para conocer el número de vehículos que circulan en la intersección se efectuaron aforos cinco días representativos de la semana durante 16 horas continuas en cada uno de los accesos del cruce, resultando los días miércoles y viernes los de máxima demanda.

Tomando como base el comportamiento vehicular para -

el día miércoles se determinó la variación horario para cada una de las ramas componentes de la intersección observándose la hora de máxima demanda de 7 a 8. Ver tabla y figura NO 1 en Anexo A.

#### 2.3.4. - AFORDS DIRECCIONALES.

Conocidas las horas en las cuales se presentan los volúmenes máximos de tránsito mixto, se realizó el recuento de vehículos identificándolos de acuerdo a su movimiento y a su clasificación.

Se observó que la demanda de vueltas izquierda sobre la Avenida 412 es elevada, y el porcentaje de vehículos pesados es alto. Ver aforo vehicular por hora de luz verde en Anexo A. Tabla 2.

#### 2.3.5. - AFORDS PEATONALES.

El peatón es un factor importante en cualquier problema de circulación urbana especialmente por que requiere de protección, pues es más renuente a obedecer las leyes de tránsito, por tal motivo un gran porcentaje de las personas muertas en accidentes de tránsito, son peatones.

Por tal razón se realizaron aforos peatonales durante 16 horas de un día representativo, obteniéndose los máximos volúmenes entre las 13 y las 15 horas que van desde 134 peatones por sentido en el cruce de la Avenida 608 a un mínimo de 17 peg

tones en el cruce de la Avenida 412, para la hora de máxima demanda.

Se observan flujos peatonales ligeramente mas altos, fuera del área de influencia de la intersección, los cuales ocurren en el cruce de la Avenida 418.

### 2.3.6. - INVENTARIO DE RUTAS DE TRANSPORTE PUBLICO.

Las rutas de autobuses que dan el servicio de transporte al público a la zona en estudio, pertenecen a varias empresas particulares y al Departamento del Distrito Federal. Cabe hacer mención que esta información data de 1982.

En la Av. Central dan servicio las siguientes rutas:

- Ruta del metro Moctezuma - Cd. Azteca de la línea Autobuses del Valle de México, S.A. de C.V.

- Ruta Metro Moctezuma - Cd. Azteca, de la línea Autobuses Periféricos, S.A. de C.V.

- Ruta Metro Moctezuma - Nueva Aragón, de la línea circuito Hospitales Tlalnepentla y Anexas.

- Ruta Metro Merced - Cd. Azteca 3a. Sección de la línea Autobuses Guadalupeños, S.A. de C.V.

- Ruta Metro Balbuena - Valle de Aragón, de la Línea Circuito Hospitales Tlalnepantla y Anexas.

- Ruta Metro Merced - Nueva Aragón, de la Línea Autobuses Guadalupeños, S.A. de C.V.

- Ruta Cd. Azteca - Metro San Lazaro, de la Línea Autobuses San Pedro, Sta. Clara Km. 20 S.A. de R.L.

- Ruta Cd. Azteca - Metro Tlatelolco, de la Línea Autobuses San Pedro, Sta. Clara Km. 20, S.A. de R.L.

EN LA AV. 412 SE TIENE:

- Ruta Directa núm. 6 Rosario - Aragón, del D.D.F.

- Ruta directa núm. 8 Rosario - Aragón, del D.D.F.

- Ruta directa núm. 29 La Villa - Tlalpan del D.D.F.

- Ruta directa núm. 8 (100) Rosario - Aragón del D.D.F.

- Ruta directa núm. 6 Indios Verdes - Vallejo - Aragón, del D.D.F.

- Ruta Clínica 25-11 1/2 - ENEP-ARAGON, de la línea Grupo 3.



- Ruta Villa - Palacio, Línea Vaso de Texcoco.
- Ruta Villa - Palacio, línea Grupo 3.
- Ruta Panteón San Isidro - Aragón, del D.D.F.
- Ruta Clínica 25-11 1/2-ENEP-ARAGÓN de la línea Vaso de Texcoco.

La frecuencia de paso de los autobuses, en todas las rutas es muy variable. Se observó que las paradas son antes de cruzar la intersección, lo que ocasiona que se obstruya el carril a pesar de tener luz verde.

También se registro una ruta de taxis colectivos, con ruta Vallejo - Aragón: Con sitio en la Av. 418 y opera a lo largo de la Av. 412 hacia el poniente.

### 2.3.7. - INVENTARIO DE ESTACIONAMIENTO.

Se realizó una recopilación de información concerniente a la localización y condición del estacionamiento en la Vía pública, con el propósito de evaluar el nivel de servicio de la intersección y proponer las alternativas de solución del problema, así como sus restricciones legales existentes. También se investigaron las condiciones de estacionamiento fuera de la vía pública.

Se observó que sobre las cuatro ramas que forman la -

intersección de Avenida Central y Avenida 412, el estacionamiento no está permitido y esta restricción es respetada. La baja demanda de estacionamiento que se genera en la zona, utiliza las calles secundarias.

En lo que se refiere al estacionamiento fuera de la calle existe solamente el localizado al noreste de la intersección, pertenece a la tienda de autoservicio y solo es utilizado por sus clientes.

### **3. - ANALISIS DE LOS DATOS.**

#### **3.1. - CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.**

##### **3.1.1. - CAPACIDAD.**

El Manual de Proyecto de Carreteras de la SAHQP, 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 controlada por semáforos.

Aunque la mayor parte de los elementos de un camino se emplea la velocidad de los vehículos como una medida del nivel de servicio, tratándose de intersecciones a nivel con semáforo, su uso es poco práctico, debido a que estos dispositivos provocan altos intensionalmente. En este tipo de intersecciones, la mejor medida para el nivel de servicio es el factor de carga, - por ser ésta el más evidente para el conductor promedio.

Las condiciones de operación en este tipo de intersecciones para cada nivel de servicio son las siguientes:

En el nivel de servicio A, no hay fases cargadas ( el factor de carga es 0.0 ) y solo unas cuantas fases se acercan a esta condición. Ninguna fase del acceso es totalmente utilizada por el tránsito y no hay vehículos que esperen más de una indicación de luz roja del semáforo.

En el nivel de servicio B, la operación es estable, - con un factor de carga no mayor de 0.1; ocasionalmente se utiliza totalmente una fase del acceso y un número importante de estas no se aproxima a la utilización total.

En el nivel de servicio C, continua la operación estable. La carga de las fases es todavía intermitente, aunque mas frecuente, con factores de carga que varían entre 0.1 y 0.3 ocasionalmente algunos conductores tendrán que esperar más de una indicación de luz roja, pudiendo formarse algunas colas de los vehículos que van a dar vuelta. Muchos conductores se sienten restringidos en cierto modo, pero sin presentar objeciones. Este es el nivel de servicio que normalmente se utiliza para fines de proyecto en zonas urbanas.

En el nivel de servicio D, las restricciones son cada vez mayores, aproximándose a la inestabilidad en los límites - donde el factor de carga alcanza el valor de 0.70. Las demoras de los vehículos que se aproximan pueden ser mayores durante - cortos períodos dentro del período máximo, pero ocurren suficientes ciclos con poca demanda que permiten la disipación de colas.

En el nivel de servicio E, se alcanza la capacidad o sea, el mayor número de vehículos que puede alojar cualquier - exceso de la intersección. Todas las fases se encuentran cargadas, siendo el factor de carga igual a uno.

En el nivel de servicio F, el congestionamiento es total, la formación de colas después de la intersección, o en la calle transversal, puede restringir el movimiento de vehículos fuera del acceso que se está considerando. En este caso no puede establecerse un valor para el factor de carga.

En la tabla 3.1 se sintetiza el criterio de Niveles de servicio descrito anteriormente:

NIVEL DE SERVICIO.	CARACTERISTICAS DE LA CIRCULACION	FACTOR DE CARGA.
A	LIBRE	0.0
B	ESTABLE	0.1
C	ESTABLE	0.3
D	POCO ESTABLE	0.7
E CAPACIDAD	INESTABLE	1.0
F	FORZADA	No Aplicable

**TABLA 3.1 Niveles de Servicio y Factores de Carga Para Intersecciones A Nivel, Aisladas, Controladas Con Semáforo.**

### **3.1.2. - NIVELES DE SERVICIO.**

Los niveles de servicio designados con las letras: A, B, C, D, E y F, del mejor al peor, comprenden la clasificación total de las operaciones de tránsito que pueden ocurrir.

El nivel de servicio A corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos y velocidades altas. La densidad es baja, y la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera. No hay restricciones en las maniobras ocasionadas por la presencia de otros vehículos; los conductores pueden mantener las velocidades deseadas con escasa o ninguna demora.

El Nivel de servicio B corresponde a la zona de flujo estable, con velocidades de operación que comienzan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación. Las reducciones de velocidad son razonables, con una escasa probabilidad de que el flujo del tránsito se reduzca.

El nivel de servicio C se encuentra en la zona de flujo estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobra - están más estrechamente controladas por los altos volúmenes de tránsito. La mayoría de los conductores perciben la restricción de su libertad para elegir su propia velocidad, cambiar de carril o rebasar; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.

El nivel de servicio D se aproxima al flujo inestable con velocidades de operación aún satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación. Las variaciones en el volumen de tránsito y las restric-

ciones momentáneas al flujo, pueden causar un descenso importante en las velocidades de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad.

El nivel de servicio E no puede describirse solamente por la velocidad, pero representa la operación a velocidades aún más bajas que el nivel D, con volúmenes de tránsito correspondientes a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.

El Nivel de servicio F corresponde a circulación forzada, las velocidades son bajas y los volúmenes inferiores a los de la capacidad. En estas condiciones generalmente se producen colas de vehículos a partir del lugar en que se produce la restricción. Las velocidades se reducen y pueden producirse paradas debidas al congestionamiento. En los casos extremos, tanto la velocidad como el volumen, puede descender a cero.

Mediante la aplicación de una expresión algebraica - pueden establecerse los valores significativos que representan las características de operación de la intersección. CABE HACER MENCION QUE EXISTE YA UN NUEVO METODO PARA CALCULO DE CAPACIDAD Y POR ENCONTRARSE EN PROCESO DE ADAPTACION NO SERA POSIBLE SER UTILIZADO PARA NUESTROS CALCULOS; por lo que utilizaremos el método y fórmula que indica en su capítulo seis referente a capacidad el manual de proyecto Geométrico de la SAHDP.

Esta fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$V_s = (V_w, F_c) (G/c) (Pob-FHMD) (V_i) (V_d) (U_c) (T) (B)$$

en donde:

$V_s$  = Volumen de servicio en el acceso (tránsito mixto en vph).

$V_w, F_c$  = Volumen por hora de luz verde en el acceso, - en función de la anchura y el factor de carga.

$G/C$  = Relación tiempo de Luz verde a tiempo de ciclo.

$Pob-FHMD$  = Factor combinado de ajuste por población - del área metropolitana y por hora de máxima demanda.

$V_i$  = Factor de ajuste por porcentaje de vueltas izquierda.

$V_d$  = Factor de ajuste por porcentaje de vueltas derecha.

$U_c$  = Factor de ajuste por ubicación dentro de la ciudad.

$T$  = Factor de ajuste por vehículos pesados (camiones y autobuses foráneos).

$B$  = Factor de ajuste por autobuses urbanos.



La obtención de los parámetros y por lo tanto de los factores de ajuste para sustituirlos en la expresión algebraica y analizar cada acceso en lo referente al nivel de servicio y capacidad, se llevó a cabo siguiendo las consideraciones generales de la intersección y de cada acceso en particular.

Las vueltas derechas se efectuaron en todos los accesos desde los carriles de circulación normal.

Para efecto de cálculo del factor de Ajuste por población del área metropolitana y por ubicación de la intersección en la ciudad, se tomo como dato para el primero una población superior del millón de habitantes y para el segundo, el valor correspondiente a la ubicación de zona residencial.

A continuación se presenta el análisis de capacidad efectuado para cada acceso, independientemente de que los accesos norte de la Avenida Central y Sur de la Avenida 608 se encuentran controlados con la misma fase.

#### ACCESO SUR

#### AVENIDA 608

Este acceso tiene un ancho de calzada de 14,00 m, en donde se alojan cuatro carriles de circulación por sentido.

La parada de autobuses se realiza antes de cruzar la

interacción, y el estacionamiento está restringido para ambos lados del acceso.

**DATOS:**

- Ancho del Acceso = 14.00 m.
- Un solo sentido de circulación, sin estacionamiento.
- Ubicado en zona residencial.
- Población del área metropolitana, mayor del millón de habitantes.
- Intervalo de luz verde = 52 seg.
- Longitud del ciclo = 120 seg.
- Vueltas a la Derecha = 10%
- Vueltas a la izquierda = 0%
- Vehículos Pesados = 3%
- Autobuses Urbanos = 240/hora.
- FHMD = 0.92

CALCULO DEL FHMD. - Se calcula tomando el aforo de una hora a cada 15 min. o sea:

$$\text{FHMD} = \frac{1952}{4(829)} = 0.92$$

**DESARROLLO:**

**FACTORES DE AJUSTE PARA NIVEL DE SERVICIO A.**

$V_w, F_c = 3533$  ----- FIG. A  
 $G/c = 52/120 = 0.433$

$Pob-FHMD = 1.22$  ----- FIG. A  
 $U_c = 1.20$  ----- FIG. A  
 $V_d = 1.00$  ----- TABLA-I  
 $V_l = 1.025$  ----- TABLA-I  
 $T = 1.02$  ----- TABLA-II  
 $B = 0.75$  ----- FIG. B

SUSTITUYENDO EN FORMULA:

$V_{ee} = (V_w, F_c) (G/c) (Pob-FHMD) (U_c) (V_d) (V_l) (T) (B)$

$V_{ee} = (3533)(0.433)(1.22)(1.20)(1.00)(1.025)(1.02)(0.75)$

$V_{ee} = 1756$  Vehículos/hora.

$V_{ee} = 1756$  Veh/h como es mayor el volumen de demanda (5179 v/h) que el volumen del nivel de servicio A calculado, se procede a calcular para un nivel de servicio B.

CALCULO PARA UN NIVEL DE SERVICIO B.

Para realizar el cálculo de éste nivel de servicio se toman los mismos datos del nivel de servicio A.

En los factores de ajuste solo cambia el volumen por hora de luz verde en el acceso, en función de la anchura y el

factor de carga, ( $V_w, F_c$ ), pues ahora es para un nivel de servicio B, por lo tanto sera:

$$V_w, F_c = 3666 \text{ ----- DE FIG. A}$$

SUSTITUYENDO EN FORMULA TENEMOS:

$$VSB = (V_w, F_c)(G/c)(P_{ob}-FHMD)(U_c)(V_d)(V_i)(T)(B)$$

$$VSB = (3666)(0.433)(1.22)(1.20)(1.00)(1.025)(1.02)(0.75)$$

$$VSB = 1822 \text{ Vehiculos/hora.}$$

$VSB = 1822$  v/h como sigue siendo mayor el volumen de demanda (5179 v/h) que el volumen del nivel de servicio B calculado, se procede a hacer el cálculo para un nivel de servicio C.

CALCULO PARA UN NIVEL DE SERVICIO C.

De la misma manera se utilizan los mismos datos anteriores y solo cambiara el ( $V_w, F_c$ ) Volumen por hora de luz verde en el acceso, que es un factor de ajuste para un nivel de servicio C, el cual sera:

$$(V_w, F_c) = 3833 \text{ ----- DE FIG. A}$$

SUSTITUYENDO EN FORMULA TENEMOS:

$$V_{sc} = (V_{w,Fc})(G/c)(P_{ob}-FHMD)(U_c)(V_d)(V_1)(T)(B)$$

$$V_{sc} = (3833)(0.433)(1.22)(1.20)(1.00)(1.025)(1.02)(0.75).$$

$V_{sc} = 1905$  Vehículos/hora.

$V_{sc} = 1905$  v/h como el volumen calculado para un nivel de servicio C es menor que el volumen de demanda (5179v/h) se procede a calcular para un nivel de servicio D.

CALCULO PARA UN NIVEL DE SERVICIO D.

Utilizando los mismos datos anteriores y obteniendo el valor de el volumen por hora de luz verde ( $V_{w,Fc}$ ), para un nivel de servicio D se tiene:

$$V_{w,Fc} = 4233 \text{ ----- DE FIG. A}$$

SUSTITUYENDO EN FORMULA.

$$V_{sd} = (V_{w,Fc})(G/c)(P_{ob}-FHMD)(U_c)(V_d)(V_1)(T)(B).$$

$$V_{sd} = (4233)(0.433)(1.22)(1.20)(1.00)(1.025)(1.02)(0.75)$$

$$V_{sd} = 2104 \text{ veh\u00edculos/hora.}$$

$V_{sd} = 2104$  v/h sige siendo menor el volumen calculado para un nivel de servicio D. que el volumen de demanda (5179 v/h por lo que se procede a realizar el c\u00e1lculo para un nivel de servicio E.

**CALCULO PARA UN NIVEL DE SERVICIO E.**

Tomando los mismos datos anteriores y obteniendo el valor de el volumen por hora de luz verde ( $V_w, F_c$ ), para un nivel de servicio E se tiene:

$$V_w, F_c = 4500 \text{ ----- DE FIG. A}$$

SUSTITUYENDO EN FORMULA.

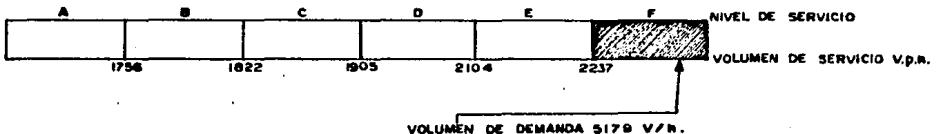
$$V_{se} = (V_w, F_c)(G/c)(P_{ob} - FHMD)(U_c)(V_d)(V_1)(T)(B)$$

$$V_{se} = (4500)(0.433)(1.22)(1.20)(1.00)(1.025)(1.02)(0.75)$$

$$V_{se} = 2237 \text{ vehiculos/hora.}$$

$V_{se} = 2237$  v/h por lo tanto se observa que éste acceso esta saturado ya que el volumen de demanda es mayor que el volumen de servicio calculado.

Una vez determinados los niveles de servicio se gráfica para observar a que nivel se encuentra operando el acceso sur de la Avenida 608, de donde se obtuvo lo siguiente:



De la gráfica anterior se deduce que el acceso sur de la Avenida 608 está saturado, esto es, trabaja a nivel de servicio F por lo que la generación de colas es grande.

**ACCESO NORTE  
AVENIDA CENTRAL**

Este acceso tiene un ancho de calzada de 22.50 m en la parte donde se realizó el sforo, se alojan cinco carriles de circulación, tres centrales y dos laterales.

La parada de autobuses se realiza antes de efectuarse el estrechamiento y sobre la calzada lateral, por lo que en este caso no influye al acceso en cuestión. El estacionamiento es inexistente en ambos lados.

**DATOS:**

- Ancho del acceso = 22.50 m.
- Un solo sentido de circulación, sin estacionamiento.
- Ubicado en zona residencial.
- Población del área metropolitana, mayor al millón de habitantes.
- Intervalo de luz verde = 52 seg.
- Longitud del ciclo = 120 seg.
- Vueltas a la Derecha = 11%
- Vueltas a la Izquierda = 1%
- Vehículos Pesados = 3%

- Autobuses Urbanos = 300/hora, sin parada.
- FHMD = 0.93

CALCULO DEL FHMD. - Se calcula tomando el aforo de una hora o cada 15 min. o sea:

$$\text{FHMD} = \frac{2083}{4(563)} = 0.93$$

FACTORES DE AJUSTE PARA NIVELES DE SERVICIO:

(Vw,Fc) A = 4532 Vph.	-----	DE FIG. A
(Vw,Fc) B = 4660 Vph.	-----	DE FIG. A
(Vw,Fc) C = 4936 Vph.	-----	DE FIG. A
(Vw,Fc) D = 5532 Vph.	-----	DE FIG. A
(Vw,Fc) E = 6085 Vph.	-----	DE FIG. A
(G/c) = 52/120 = 0.433		
PAM-FHMD = 1.23	-----	DE FIG. A
Vd = 1.015	-----	DE TABLA I
V1 = 1.020	-----	DE TABLA I
T = 1.02	-----	DE TABLA II
B = 0.75	-----	DE FIG. B
Uc = 1.20	-----	DE FIG. A

DESARROLLO:

Utilizando el mismo procedimiento y la misma fórmula para calcular los diferentes niveles de servicio como se reali



zó en el acceso sur de la Avenida 608 se obtuvieron los siguientes resultados:

FORMULA:

$$V_s = (V_w, F_c)(G/c)(P_{ob}-FHMD)(U_c)(V_d)(V_i)(T)(B).$$

RESULTADOS:

Para un nivel de servicio A

$V_{sa} = 2294$  vehículos / hora; Menor que el volumen de demanda (5268) Vph.

Para un nivel de Servicio B

$V_{sb} = 2359$  vehículos / hora; Sigue siendo menor que el volumen de demanda.

Para un nivel de servicio C

$V_{sc} = 2498$  vehículos / hora; Es mayor el volumen de demanda (5268)Vph.

Para un nivel de servicio D

$V_{sd} = 2800$  vehículos / hora; Sigue siendo mayor el volumen de demanda.

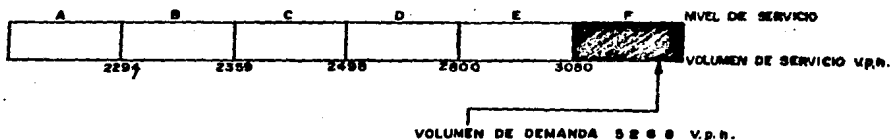
Para un nivel de servicio E

$V_{se} = 3080$  vehículos / hora

Por lo tanto se observa que este acceso esté saturado ya que el volumen de demanda es mayor que el volumen de servicio calculado.

Graficando estos resultados para observar a que nivel

se encuentra operando el acceso norte de la Avenida Central, de donde se obtuvo lo siguiente:



De la gráfica anterior se deduce que el acceso norte de la Avenida Central está saturado, esto es, trabaja a un nivel de servicio F por lo que la generación de colas es grande.

#### ACCESO ORIENTE

#### AVENIDA 412

La Avenida 412 forma parte del eje vial cinco norte y su sección típica es para alojar dos sentidos de circulación, con un ancho de calzada en el Acceso a la intersección de 14.80 m y cinco carriles de circulación.

La parada de autobuses se realiza antes de cruzar la intersección y el estacionamiento está restringido para ambos lados.

#### DATOS:

- Ancho del Acceso = 14.80 m.

- Un solo sentido de circulación, sin estacionamiento.
- Ubicado en zona residencial.
- Población del área metropolitana, mayor del millón de habitantes.
- Intervalo de luz verde = 29 seg.
- Longitud del ciclo = 120 seg.
- Vueltas a la derecha = 7%
- Vueltas izquierda 32%
- Vehículos pesados = 9%
- Autobuses Urbanos = 40/hora.
- FHMD = 0.95

$$\text{CALCULO DE FHMD} = \frac{1084}{4(285)} = 0.95$$

#### FACTORES DE AJUSTE

(Vw,Fc)A=3830 vph	-----	DE FIG.A.
(Vw,Fc)B=3936 vph	-----	DE FIG.A.
(Vw,Fc)C=4127 vph	-----	DE FIG.A.
(Vw,Fc)D=4553 vph	-----	DE FIG.A.
(Vw,Fc)E=4936 vph	-----	DE FIG.A.

$$(G/c) = \frac{29}{120} = 0.24166$$

(Pob-FHMD) = 1.25	-----	DE FIG.A.
(Uc) = 1.20	-----	DE FIG.A.
(Vd) = 1.005	-----	DE TABLA I
(V1) = 1.00	-----	DE TABLA I

(T) = 0.96 ----- DE TABLA II

(B) = 0.85 ----- DE FIG.8.

Siguiendo el mismo desarrollo y utilizando la fórmula anterior tenemos:

F O R M U L A .

$$V_s = (V_w, F_c)(G/c)(P_{ob} - FHMD)(U_c)(V_d)(V_i)(T)(B).$$

R E S U L T A D O S .

Para un nivel de servicio A

V<sub>sa</sub> = 1139 vehículos/hora.

Para un nivel de servicio B

V<sub>sb</sub> = 1172 vehículos/hora.

Para un nivel de servicio C

V<sub>sc</sub> = 1229 vehículos/hora.

Para un nivel de servicio D

V<sub>sd</sub> = 1355 vehículos/hora.

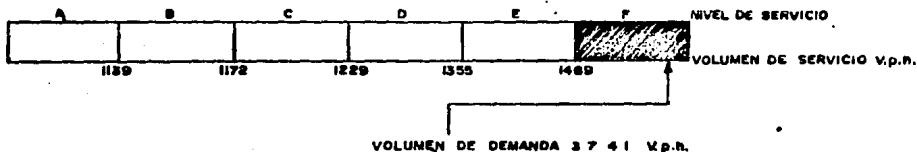
Para un nivel de servicio E

V<sub>se</sub> = 1469 vehículos/hora.

Por lo tanto se observa que éste acceso está saturado

ya que el volumen de demanda (3741 V/h) es mayor, que el volumen calculado.

Grificando estos valores tenemos:



De la gráfica anterior se observa que el acceso oriente de la Avenida 412 está saturado, esto es, trabaja a un nivel de servicio F.

#### ACCESO PONIENTE

#### AVENIDA 412

En ésta rama se tiene una sección típica para alojar dos sentidos de circulación con un ancho de calzada de 17.00 metros y cinco carriles de circulación por sentido.

La parada de autobuses se realiza antes de cruzar la intersección y el estacionamiento está restringido para ambos lados del acceso.

DATOS:

- Ancho del acceso = 17.00 m.
- Un solo sentido de circulación, sin estacionamiento.
- Ubicado en zona residencial.
- Población del area metropolitana, mayor del millón de habitantes.
- Intervalo de luz verde = 29 seg.
- Longitud del ciclo = 120 seg.
- Vueltas a la derecha. = 2%
- Vueltas izquierda = 53%
- Vehículos pesados = 11%
- Autobuses Urbanos = 120/hora.
- FHMD = 0.91

$$\text{CALCULO DE FHMD} = \frac{1324}{4(365)} = 0.91$$

FACTORES DE AJUSTE PARA NIVELES DE SERVICIO:

- ( $V_w, F_c$ )A= 4298 Vph ----- DE FIG. A
- ( $V_w, F_c$ )B= 4426 Vph ----- DE FIG. A
- ( $V_w, F_c$ )C= 4681 Vph ----- DE FIG. A
- ( $V_w, F_c$ )D= 5213 Vph ----- DE FIG. A
- ( $V_w, F_c$ )E= 5681 Vph ----- DE FIG. A

$$(G/c) = \frac{29}{120} = 0.24166$$

(Pob-FHMD) = 1.21 ----- DE FIG. A  
 (Uc) = 1.20 ----- DE FIG. A  
 (Vd) = 1.02 ----- DE TABLA I  
 (Vi) = 1.00 ----- DE TABLA I  
 (T) = 1.025 ----- DE TABLA II  
 (B) = 0.75 ----- DE FIG. B

Siguiendo el mismo desarrollo y utilizando la misma fórmula se tiene:

FORMULA:

$$V_s = (V_w, F_c)(G/c)(Pob-FHMD)(U_c)(V_d)(V_i)(T)(B).$$

RESULTADOS:

Para un nivel de servicio A

V<sub>sa</sub> = 1183 vehículos/hora.

Para un nivel de servicio B

V<sub>sb</sub> = 1218 vehículos/hora.

Para un nivel de servicio C

V<sub>sc</sub> = 1288 vehículos/hora.

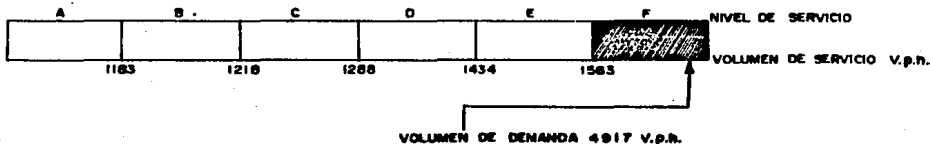
Para un nivel de servicio D

V<sub>sd</sub> = 1434 vehículos/hora.

Para un nivel de servicio E  
V<sub>se</sub> = 1563 vehículos/hora.

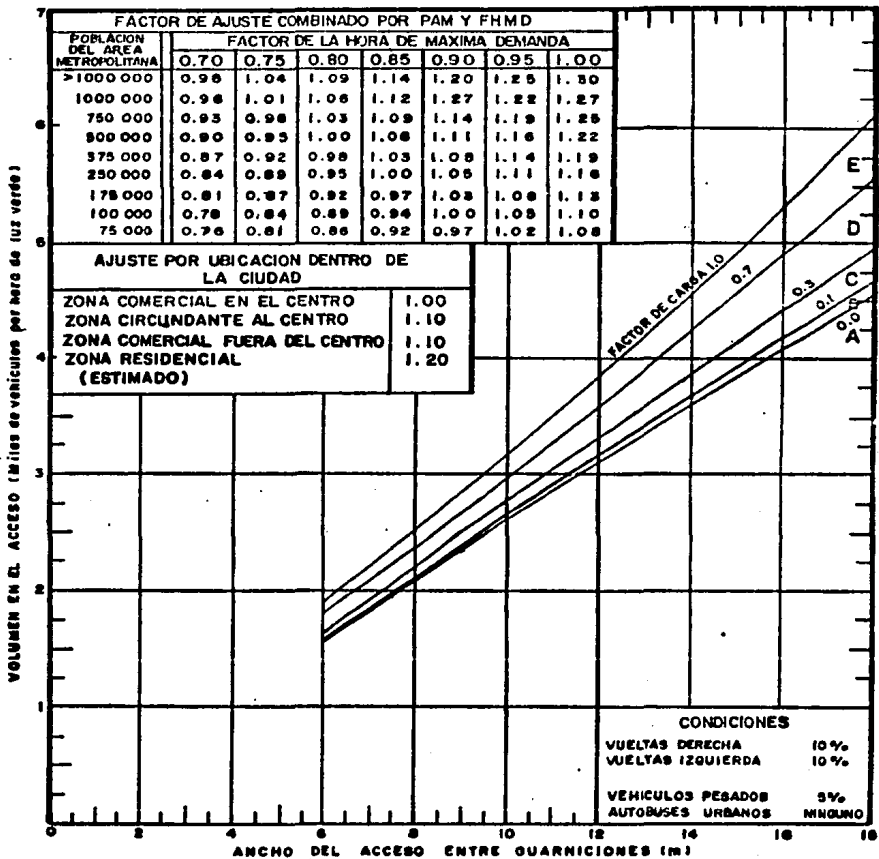
Por lo tanto se observa que el acceso poniente de la Avenida 412 está saturado ya que el volumen de demanda (4917 vph) es mayor que el volumen de servicio calculado.

Para mayor comprensión procedemos a graficar los valores obtenidos teniendo:

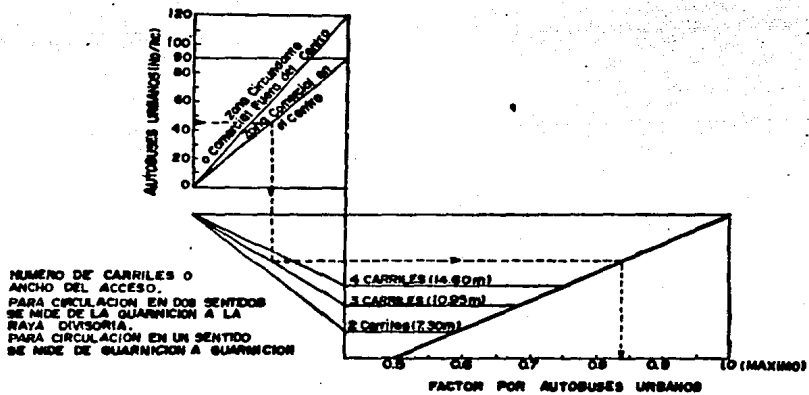


De la gráfica anterior se observa que el acceso poniente de la avenida 412 está saturado, esto es trabaja a un nivel de servicio F.





**FIGURA A. 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**



**FIG. B FACTORES DE AJUSTE POR AUTOBUSES URBANOS CON PARADA ANTES DE CRUZAR LA CALLE Y SIN ESTACIONAMIENTO**

VUELTAS <sup>b</sup> %	FACTOR DE AJUSTE <sup>a</sup>					
	SIN ESTACIONAMIENTO <sup>c</sup>			CON ESTACIONAMIENTO <sup>d</sup>		
	ANCHO DEL ACCESO ≤ 4.50m	ANCHO DEL ACCESO 5.00 a 7.50m	ANCHO DEL ACCESO 8.00 a 10.50m	ANCHO DEL ACCESO ≤ 6.00 m	ANCHO DEL ACCESO 6.50 a 9.00 m	ANCHO DEL ACCESO 9.50 a 12.00m
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	0.995	0.97	0.985	0.995
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 ó 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) Considérense las vueltas a la derecha y a la izquierda separadamente. No se sumen.

c) No es necesario el ajuste para anchos del acceso mayores de 10.50 m

d) No es necesario el ajuste para anchos del acceso mayores de 12.00 m

**TABLA 1. 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	0.96	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 II. FACTORES DE AJUSTE POR CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS**

#### 4. - ALTERNATIVAS DE SOLUCION GEOMETRICA:

##### CALCULO DEL CICLO OPTIMO:

Una vez obtenidos los resultados de capacidad, éstos, nos hacen ver que la intersección esta saturada ya que el volumen de demanda (que se obtuvo realizando aforos vehiculares en la intersección una hora de Luz verde) es mayor que el volumen de servicio (obtenido al calcular el nivel de servicio "E" igual a capacidad).

Por consiguiente podremos confirmar lo anterior si se procede a Determinar el ciclo óptimo de semáforo el cual se obtiene por medio del método establecido por Webster cuya fórmula es la siguiente:

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y}$$

en donde:

$C_o$  = Tiempo óptimo del ciclo en segundos.

$L \cdot n + R$  = Total de tiempo perdido por ciclo, suponiendo el tiempo de embar como tiempo de Luz verde.

$n$  = Número de fases.

$t = 3.5 \text{ seg}$  = Promedio de tiempo perdido por fase para flujo continuo, incluido el tiempo de arranque.

$R = 0 \text{ seg.}$  = Tiempo durante cada ciclo, todos los semáforos están en rojo simultáneos.

$Y = \sum y$  = Sumatoria para la intersección entera de las relaciones de volumen a saturación de flujo para cada fase determinada.

$y = V/s$  = Máxima relación de volumen a saturación de flujo una fase determinada.

$V = VL/3600$

$VL$  = Número de vehículos por hora en el carril de flujo máximo del acceso de aproximación.

$S = 1/G$  = Índice de Máxima descarga por carril.

$G = 2.1 \text{ seg.}$  = Flujo de saturación.

DETERMINACION DEL TIEMPO OPTIMO DEL CICLO.

Parámetros Básicos:

Número de fases -----  $n = 3$

Retraso de arranque ---  $t = 3.5 \text{ seg.}$

VOLUMEN EN EL CARRIL CRITICO:

Para tomar el volumen del carril crítico en la práctica se debe realizar aforos por cada carril una hora de luz verde, para nuestro caso tomaremos el promedio del volumen total de cada acceso entre el número de carriles correspondientes -- siendo como sigue:

VOLUMEN EN EL CARRIL CRITICO (Norte-Sur) Av. Central.

$$\frac{\text{VOLUMEN POR HORA DE LUZ VERDE}}{\text{NUMERO DE CARRILES}} = \frac{5268\text{v/h}}{5} = 1054\text{v/h/carril} = \text{VL}$$

VOLUMEN EN EL CARRIL CRITICO (Sur-Norte) Av. 608

$$\frac{\text{VOLUMEN POR HORA DE LUZ VERDE}}{\text{NUMERO DE CARRILES}} = \frac{5179\text{v/h}}{4} = 1295\text{v/h/carril} = \text{VL}$$

Por lo tanto:

$$V1 = \frac{1295}{3600} = 0.3597 \text{ veh/seg.}$$

VOLUMEN EN EL CARRIL CRITICO (Oriente-Poniente Av. 412).

$$\frac{\text{VOLUMEN POR HORA DE LUZ VERDE}}{\text{NUMERO DE CARRILES}} = \frac{2282}{4} = 571\text{v/h/carril} = \text{VL}$$

Por lo tanto:

$$V2 = \frac{571}{3600} = 0.1586111 \text{ veh/seg.}$$

VOLUMEN EN EL CARRIL CRITICO (Poniente-Oriente) Av. 412.

$$\frac{\text{VOLUMEN POR HORA DE LUZ VERDE} = 2213}{\text{NUMERO DE CARRILES} \quad 4} = 553\text{V/H/carril} = \text{VL}$$

Por lo tanto:

$$V3 = \frac{553}{3600} = 0.1536111 \text{ veh/seg.}$$

$$\begin{aligned} \text{FLUJO DE SATURACION} & \text{----- } G = 2.1 \text{ seg.} \\ \text{INDICE DE SATURACION} & \text{----- } S = 1/G \quad G=2.1 \text{ seg.} \\ & S = \frac{1}{2.1} = 0.4761 \\ & S = 0.48 \end{aligned}$$

RELACION DE SATURACION:

$$Y(S-N) = \frac{0.3597}{0.48} = 0.749375$$

$$Y(O-P) = \frac{0.1586111}{0.48} = 0.3304397$$

$$Y(P-O) = \frac{0.1536111}{0.48} = 0.3200231$$

Por lo tanto como:

$$\begin{aligned} Y &= Y(S-N) + Y(O-P) + Y(P-O) \\ &= 0.75 + 0.33 + 0.32 \\ Y &= 1.40 \end{aligned}$$

Por lo que:



$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - \gamma} \Rightarrow L = 3(3.5) + 0 = 10.5 \text{ seg.}$$

Sustituyendo valores en la fórmula tenemos:

$$C_0 = \frac{1.5 (10.5) + 5}{1 - 1.40}$$

Pero si:

$\gamma = \lambda/\mu \geq 1$ ,  $C_0$  es indeterminado: lo que equivale a decir que la intersección ESTA SATURADA y que con cualquier ciclo se producirán colas en los accesos ya que el Rango de Valores -- aceptables para el ciclo óptimo está dado por:

$$40 \leq C_0 \leq 120 \text{ seg.}$$

Por lo tanto si agotamos todos los recursos y sigue  $\gamma \geq 1$ , la Solución es un PASO A DESNIVEL.

#### 4.2. - PASO A DESNIVEL.

El tránsito por intersecciones a desnivel es la mejor solución accesible a los problemas encontrados en intersecciones a nivel, ya que permite máximos volúmenes de tránsito. Una intersección a desnivel se caracteriza de un simple paso a desnivel, por proveer, a lo menos, de una conexión para el tránsito entre caminos interseccionados. Los conflictos de cruce son completamente eliminados por el paso a desnivel; y los conflictos por movimientos direccionales son minimizados.

Las intersecciones a nivel y a desnivel, en este caso, podrían ser económicamente justificadas sobre las siguientes bases:

- a). - Eliminación de embotellamientos donde la capacidad inadecuada de una intersección a nivel cause retrasos costosos a los conductores de vehículos.
- b). - Si la eliminación de puntos de conflicto en la intersección a nivel resultaran con ahorros -- substanciales en daños materiales y pérdidas de vida.
- c). - Si las condiciones topográficas del lugar, harían más costosa la construcción de una intersección a nivel.

Las intersecciones a desnivel son instalaciones permanentes y los proyectos tienen que seleccionarse.

En zonas urbanas o rurales con altos volúmenes, la capacidad se puede reducir seriamente si no se dá un espacio a un lado de los carriles directos para ser usados de emergencia, - particularmente en estructuras largas.

El tipo de un entronque a desnivel está determinado - principalmente por el número de ramas de la intersección, por los volúmenes probables del tránsito directo y del que dé vuelta, por la topografía y por las estructuras existentes.

#### 4.3. - ALTERNATIVAS.

Los resultados de los análisis de capacidad, Niveles de servicio y el ciclo óptimo, hacen ver que la intersección - prácticamente esta saturada, con peligros potenciales a los - peatones y con perdidas significativas de tiempo para conductores y peatones.

Con base al análisis de capacidad, la situación actual de las velocidades y por lo tanto de las demoras en la intersección, se ve la conveniencia de convertir la intersección en un paso a desnivel, de tal forma que se permita el tránsito vehicular en forma fluida y segura, ya que en un futuro la situación se hará más crítica al aumentar la población, los vehículos y los requerimientos comerciales de la zona.

Para tal efecto se ensayeron tres alternativas de solución las cuales son las siguientes:

**ALTERNATIVA NO 1**

**PASO A DESNIVEL TIPO**

**TREBOL CON COLECTOR DISTRIBUIDOR DE TRANSITO.**

**ALTERNATIVA NO 2**

**PASO A DESNIVEL TIPO**

**MULTIDIRECCIONAL.**

**ALTERNATIVA NO 3**

**PASO ELEVADO A LO LARGO DE LA AV. CENTRAL.**

**4.4. - ANALISIS DE ALTERNATIVAS.**

**4.4.1. - ALTERNATIVA DE SOLUCION NO I**

**Paso a desnivel tipo trébol con colector distribuidor de tránsito:**

El paso a desnivel tipo trébol con colector distribuidor de tránsito es sin lugar a dudas la mejor solución para resolver el problema de la intersección en estudio ya que por medio de éste se evita que no haya condición de alto para cualquiera de sus movimientos de giro, es usado para intersecciones con altos volúmenes que no pueden ser manejados con el tipo de condición de parada, está constituido por enlaces de un

solo sentido de circulación, no son posibles las vueltas directas a la izquierda; los conductores que deseen ir a la izquierda necesitan pasar el punto de intersección y dar vuelta a la derecha girando 270° antes de alcanzar la dirección deseada.

El tipo de señalamiento para complementar su buen funcionamiento seria; SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO, tales como:

**SID-10, CRUCE.** - Para intersecciones de cuatro ramas a nivel y a desnivel para indicar a los usuarios el nombre de la población que tiene como destino cada una de las ramas para cada sentido de circulación, se colocarán dos señales, una anticipada al lugar del cruce llamandose en este caso "PREVIA", y otra en el lugar del cruce, la cual es "DECISIVA".

Una señal anticipada o previa en ningún caso se colocaran a una distancia menor de 125m de la intersección.

Las señales decisivas se colocarán en el lugar donde el usuario pueda optar por la ruta que le convenga.

**SID-11, CONFIRMATIVA.** - Se usa para indicar a los usuarios, - después de su paso por una intersección

o población, el nombre y la distancia - por recorrer a las proximas poblaciones, además de confirmar la ruta seleccionada. En ningún caso se colocara a una distancia menor de 100 m.

**SID-13, BANDERA.** - Para cada sentido de circulación se colocarán dos señales, una anticipada o previa y otra en el lugar del cruce o sea decisiva.

**SID-14, BANDERA DOBLE.** - Se usa principalmente en las bifurcaciones de carreteras y entronques a desnivel por lo que solamente será decisiva.

#### Señalamiento Restrictivo SR-7, CEDA EL PASO.

Indica que el conductor debe detenerse o disminuir la velocidad del vehículo cuando sea necesario ceder el paso al tránsito al que se incorpora o cruza.

#### Señalamiento Preventivo SP-19, SALIDA.

Se usa para indicar la salida a la derecha y cuando se coloque una señal de otro tipo entre la preventiva y el riesgo, aquella debere colocarse a la distancia a la que iría la preventiva.

### INDICADORES DE OBSTACULOS.

Se usan en bifurcaciones, son tableros con franjas alternadas en color blanco reflejante y negro, inclinadas a 45° , subiendo en la dirección del tránsito a partir del eje vertical de simetría del tablero.

Todo esto se puede observar en el plano NR 1, Alternativa de solución 1.

Además éste tipo de paso a desnivel nos evita el empleo de semáforos.

Pero así como es la mejor solución, se requiere de una gran cantidad de terreno y su adquisición y construcción es de un costo muy elevado.

#### 4.4.2. - ALTERNATIVA DE SOLUCION NO II.

##### PASO A DESNIVEL TIPO MULTIDIRECCIONAL.

El paso a desnivel tipo multidireccional se considera como solución al problema de la intersección en estudio ya que también por medio de éste se evita que no haya condición de alto para cualquiera de sus movimientos, es usado para intersecciones con altos volúmenes que no pueden ser manejados con el tipo de condición de parada, está constituido por enlases de un solo sentido de circulación las vueltas izquierdas de la Av. -

412 son directas y a nivel, mientras que el flujo vehicular de la Av. 412 de Oriente a Poniente o Poniente a Oriente, sera a traves de un paso elevado para librar los cruces con las vueltas izquierdas de esta misma avenida.

Para la Av. 608 y Av. Central se propone un paso elevado para librar el cruce con las vueltas izquierdas que se incorporan de la Av. 412 a la Av. Central y Av. 608 y el cruce con el tipo directo de la Av. 412 Oriente-Poniente o Poniente-Oriente.

Las cuatro ramas deberan contar con carriles de selección y desceleración para la incorporación y desincorporación del flujo vehicular.

Tendra un carril especial para ascenso y descenso de pasajeros.

Este ascenso y descenso se realizara antes de cruzar la intersección.

Quedara prohibido el estacionamiento.

Este tipo de pasos a desnivel nos evita el tener que utilizar semáforos.

Y para complementar su buen funcionamiento sera por medio de señalamiento, el cual es como sigue:



SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO, tales como:

SID-10, CRUCE. - Dos señales por sentido una previa y otra decisiva.

SID-11, CONFIRMATIVA. - Que en ningún caso se colocará a una distancia menor de 100m., después de haber cruzado la intersección.

SID-13, BANDERA. - Dos señales para cada sentido de circulación una previa y otra decisiva.

SID-14, BANDERA DOBLE. - En bifurcaciones y sera decisiva.

SEÑALAMIENTO RESTRICTIVO SR-7, CEDA EL PASO. - En las incorporaciones.

SEÑALAMIENTO PREVENTIVO SP-19, SALIDA. - En las salidas de las Avenidas.

INDICADORES DE OBSTACULOS. - En bifurcaciones.

Todo esto se podra apreciar en el plano NO II, Alternativa de Solución II.

Pero se requiera de gran cantidad de superficie de terreno y el costo de construcción y de adquisición de terreno es muy elevado.

#### 4.4.3. - ALTERNATIVA DE SOLUCION NO III.

##### PASO ELEVADO A LO LARGO DE LA AV. CENTRAL.

Este consiste en un paso elevado a lo largo de la Av. Central formado por dos cuerpos que libran el cruce del ferrocarril y la intersección de la Av. 412.

El cuerpo con circulación norte-sur, inicia de la rampa aproximadamente 265m. antes del cruce de la vía del ferrocarril a los Reyes y termina aproximadamente 210m. después de la intersección con la Av. 412; en el sentido sur-norte, inicia la rampa aproximadamente 225m. antes de la intersección con la Av. 412 y termina 260m. aproximadamente, después del cruce de la vía del ferrocarril. Manteniéndose los dos cuerpos centrales juntos hasta después del cruce del ferrocarril a los Reyes, en el sentido sur-norte, para ligarse más adelante con la sección actual de la Av. Central. Ambos cuerpos cuentan con tres carriles de circulación.

Además de los cuerpos para el tránsito directo, se consideraron dos calzadas laterales para permitir los movimientos al tránsito local, así como para permitir los movimientos direccionales de la Av. 412, se tendrán que resolver a nivel y deberán ser controladas con semáforos; para esto habrá que reprogramar los tiempos de las fases existentes, de tal manera que las modificaciones geométricas mejoren los niveles de servicio. Que darán suprimidos los movimientos de vuelta izquierda de las calzadas.

zadas laterales de la Av. Central con el fin de mejorar los niveles de servicio ya que si se permitieran estos movimientos, la intersección operaría a flujo forzado; sin embargo, la Av. - 412 quedaría con todos sus movimientos direccionales.

Será necesario hacer pequeñas afectaciones, únicamente en las proximidades de la intersección de la Av. 412 la cual sería aproximadamente de 3650m<sup>2</sup>. ya que en esta zona se cuenta con un derecho de vía menor que en el resto de la Av. Central. Se tendrán que remover la totalidad de los árboles de el camellón central.

#### CARACTERISTICAS DE LA ALTERNATIVA.

- a). - Baja dificultad de estructura.
- b). - No hay obstrucción de calles transversales.
- c). - Mínima afectación a propiedades.
- d). - Control de semáforos futuros con tres fases.
- e). - Separa los volúmenes más importantes.
- f). - Baja dificultad para construcción.
- g). - Es adaptable.
- h). - Bajos problemas operacionales durante la obra.

El movimiento vehicular a nivel de la Av. 412 quedará controlado mediante semáforos, esto hace necesario la utilización de tres fases para regular todos los movimientos, incluyendo el de las calles laterales de la Av. Central. Esto permitirá mejorar el nivel de servicio en la intersección y reducir los tiempos de demoras.

5. - EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

5.1. - ALTERNATIVA NO I.

PASO A DESNIVEL TIPO TEBOL CON COLECTOR DISTRIBUIDOR DE TRANSITO.

Este tipo de paso a desnivel es sin lugar a dudas la mejor solución pero a futuro ya que su construcción resulta muy costosa y se requiere de grandes superficies de terreno, por lo que se descarta como solución a realizarse y solo la manejaremos con ventajas y desventajas.

VENTAJAS:

1. - Ningún entrecruzamiento en el camino principal.
2. - No conduce a movimientos equivocados en el camino principal.
3. - Capacidad alta.
4. - Todos los movimientos son naturales.
5. - Salida sencilla que simplifica las características del señalamiento en el camino principal.
6. - De continuidad a todos los volúmenes de tránsito.

DESVENTAJAS:

1. - Altos requerimientos de propiedad.
2. - Altos costos de construcción y de adquisición de

propiedades.

3. - Requiere de señalamiento sobre el camino secundario cuando los volúmenes directos y de vuelta son altos.

## 5.2. - ALTERNATIVA NO 2

### PASO A DESNIVEL TIPO MULTIDIRECCIONAL.

Este tipo de paso a desnivel es otro tipo de solución posible, pero también sería a futuro ya que se requiere de --- grandes superficies de terreno y el costo de construcción y de adquisición de terreno o propiedades es muy elevado, por lo -- que también se descarta como una solución a realizarse y solo la manejaremos con ventajas y desventajas.

#### VENTAJAS:

1. - Ningun entrecruzamiento en el camino principal.
2. - No conduce a movimientos equivocados en el camino principal.
3. - Capacidad alta.
4. - Da continuidad a los volúmenes de tránsito.
5. - Estructura que no requiere carriles de cambio de velocidad.

#### DESVENTAJAS:

1. - Muchos puntos de conflicto sobre el camino secundario.
2. - Posibilidad de movimientos equivocados sobre el camino secundario.
3. - Altos requerimientos de propiedad.
4. - Altos costos por construcción y adquisición de propiedades.
5. - Requiere de un buen señalamiento.

### 5.3.- ALTERNATIVA DE SOLUCION NO 3

#### PASO ELEVADO A LO LARGO DE LA AV. CENTRAL.

La superestructura esta formada por dos calzadas con tres carriles de circulación para cada una, soportadas por estructuras independientes, las que se mantienen practicamente paralelas; en este caso la separación que existe entre ellas es de 3.00m y la conservan hasta cruzar la vía del ferrocarril a los Reyes, en el sentido sur-norte para despues ligarse con la sección actual de la Av. Central.

Las dimensiones de las calzadas y del diseño geométrico, se encuentran en el plano Nº III, Alternativa de Solución - III.

También se presentan en forma esquemática el punto donde termina o inicia el terraplén y la estructura, sin rebasar en ningún momento una altura de 2.40m para las terracerías del

terraplen, una pendiente de 4 a 7% y una altura mínima de 4.50 m.

Se presentan las secciones típicas A-A; B-B; C-C correspondientes a tres puntos diferentes de esta alternativa. - La sección A-A es de 53.50m y consta de cuatro calzadas; dos laterales a nivel de 7.00m cada una y dos centrales sobre las superestructuras para alojar tres carriles de circulación al tránsito directo, estas calzadas tienen 11.50m cada una con una separación entre ellas de 3.00m. La separación entre las calzadas laterales y las centrales es a base de un camellón de 2.00m de ancho en ambos lados. La banqueteta del lado oriente es de 3.00m y la del lado poniente de 6.50m.

La sección B-B en sus dimensiones geométricas horizontales es similar a la sección A-A .

La sección C-C , ubicada en la parte norte de la intersección de la Av. 412 y del cruce del ferrocarril es de 100.38m, con cuatro calzadas, dos laterales a nivel que mantienen la misma superficie de rodamiento existente de 10.43m de ancho y dos centrales de 11.50 sobre la superestructura para alojar tres carriles de circulación al tránsito directo separadas por un camellón central de 28.93m y dos camellones laterales de 6.12m cada uno. La banqueteta del lado oriente se mantiene de 5.00m, el derecho de vía del ferrocarril de 6.00m ubicado en el lado poniente de la Av. central y banqueteta de 3.00m.

La anchura de la sección transversal en el área de la Av. 412 es insuficiente para elejar la estructura por lo que se requiere efectuar afectaciones a terrenos para dar cabida a la calzada lateral.

Presentaré los problemas normales de cimentación y construcción para cualquier tipo de superestructura, debido a la cercanía de las calzadas superiores.

El movimiento vehicular a nivel de la Av. 412 quedará controlado mediante semáforos esto hace necesario la utilización de tres fases para regular todos los movimientos incluyen do en las calles laterales de la Av. central. Lo cual permitirá mejorar el nivel de servicio y reducir los tiempos de demoras en la intersección.

### 5.3.1. - CALCULO DEL CICLO OPTIMO DE SEMAFORO.

#### DETERMINACION DEL TIEMPO OPTIMO DEL CICLO.

Se procede a determinar el tiempo óptimo del ciclo de semáforo para esta alternativa lo cual se hará por medio del método establecido por Webster. que ya fue utilizado y cuya fórmula es la siguiente.

#### FORMULA:

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{I - V}$$



PARAMETROS BASICOS.

Número de fases. ----- n = 3

Retraso de Arranque. ----- l = 3.5 seg.

VOLUMEN EN EL CARRIL CRITICO (V<sub>i</sub>).

Av. Central            V<sub>L</sub> = 229 v/h/c.

Av. 412 (O-P)        V<sub>L</sub> = 571 v/h/c.

Av. 412 (P-O)        V<sub>L</sub> = 553 v/h/c.

POR LO TANTO.

$$V = \frac{V_L}{3600}$$

$$V_1 = \frac{229}{3600} = 0.0636111 \text{ veh/seg.}$$

$$V_2 = \frac{571}{3600} = 0.1586111 \text{ veh/seg.}$$

$$V_3 = \frac{553}{3600} = 0.1536111 \text{ veh/seg.}$$

FLUJO DE SATURACION ----- G = 2.1 seg.

INDICE DE SATURACION.

$$S = \frac{1}{G} \therefore S = \frac{1}{2.1} = 0.4761 = 0.48$$

$$S = 0.48$$

RELACION DE SATURACION:

AV. CENTRAL:

$$Y_1 = \frac{0.0636111}{0.48} = 0.1325231$$

AV. 412 ORIENTE:

$$Y_2 = \frac{0.1586111}{0.48} = 0.3304397$$

AV. 412 PONIENTE:

$$Y_3 = \frac{0.1536111}{0.48} = 0.3200231$$

Por lo que:

$$Y = \sum y = Y_1 + Y_2 + Y_3 = 0.1325231 + 0.3304397 + 0.3200231$$

$$Y = 0.7829859$$

Como:

$$L = n_1 + R \Rightarrow L = 3(3.5) + 0 = 10.5 \text{ seg.}$$

Por lo tanto:

$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} = \frac{1.5(10.5) + 5}{1 - 0.7829859} = \frac{20.75}{0.2170} = 95.6159 \text{ seg.}$$

Como  $Y = 2Yn < 1$ ,  $C_0$  Esta dentro del rango de valores aceptables para el ciclo óptimo que está dado por:

$$40 \leq C_0 \leq 120 \text{ seg.}$$

Se sugiere establecer un ciclo de 100 segundos el cual es bastante cercano al calculado y fácil de implementar.

### 5.3.2. - CALCULO DEL TIEMPO DE VERDE NECESARIO.

Se procede a calcular primero el tiempo de verde efectivo mediante la siguiente fórmula.

FORMULA:

$$g_i = \frac{y_i}{Y} (C_0 - L) \text{ donde } g = \text{Verde Efectivo}$$

DATOS PARA  $g$  Av. CENTRAL.

$$y_i = 0.1325231$$

$$Y = 0.7829859 = \text{cte.}$$

$$C_0 = 100 = \text{cte.}$$

$$L = 10.5 \text{ cte.}$$

Por lo tanto:

$$g_i = \frac{y_i}{Y} (C_0 - L)$$

$$g_1 = \frac{0.1325231}{0.7829859} (100-10.5) = 0.1692534 (89.5) = 15.148$$

$$g_1 = 15.48 \text{ seg.}$$

DATOS PARA  $g_2$  Av. 412 PONIENTE:

$$v_2 = 0.3200231$$

$$g_2 = \frac{v_2}{V} (Co-L)$$

$$= \frac{0.3200231}{0.7829859} (100-10.5) = 0.4087214 (89.5) = 36.58$$

$$g_2 = 36.58 \text{ seg.}$$

DATOS PARA  $g_3$  Av. 412 ORIENTE:

$$v_3 = 0.3304397$$

$$g_3 = \frac{v_3}{V} (Co-L)$$

$$= \frac{0.3304397}{0.7829859} (100-10.5) = 0.422025 (89.5) = 37.77$$

$$g_3 = 37.77 \text{ seg.}$$

CALCULO DEL VERDE NECESARIO:

Se suma 1 segundos a cada verde efectivo,  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ ,  
y se le resta el periodo de ámbax (3 segundos) para obtener el  
tiempo de verde necesario:

DATOS:

$$l = 3.5 \text{ seg.}$$

$$\text{Amber} = 3 \text{ seg.}$$

Por lo tanto:

$$g_1 = 15.148 + 3.5 - 3 = 15.648$$

16 seg. Verde Necesario. Fase 1

$$g_2 = 36.58 + 3.5 - 3 = 37.08$$

37 seg. Verde Necesario. Fase 2

$$g_3 = 37.77 + 3.5 - 3 = 38.27$$

38 seg. Verde Necesario. Fase 3

REPARTO DEL CICLO.

LENTE	AV. 608 FASE 1 SEG.	AV. 412 pte. FASE 2 SEG.	AV. 412 ota. FASE 3 SEG.
ROJO	81	60	59
AMBAR	3	3	3
VERDE	16	37	38

TABLA 5.1. - Reparto del ciclo de semáforos.

## 6. - ANTEPROYECTO GEOMETRICO.    (SOLUCION OPERACIONAL)

El anteproyecto seleccionado consiste en un paso a des nivel a lo largo de la Av. Central para librar el cruce del ferrocarril a los Reyes y la intersección con la Av. 412. Resuelve el conflicto que tienen los volúmenes de tránsito más importantes del cruce y primordialmente evita la interferencia con el ferrocarril.

Este paso superior consta de dos superestructuras, ambas estructuras van orientadas de Norte-Sur, en una forma casi recta y cada una tiene una calzada para alojar tres carriles de circulación y parapetos de seguridad.

La superestructura puede estar constituida por cajones o por traves "T".

La estructura sugerida constaría de apoyos o pilas, se proponen terreplenes en los inicios de cada rampa, contenidos - mediante muros laterales de concreto.

### 6.1. - ANTEPROYECTO DE SEMAFOROS:

En el cruce de las calles laterales de la Av. Central, con la vía del ferrocarril ya se cuenta con un semáforo de destello accionado por el peso de un convoy que empieza a funcionar desde el momento en que se aproxima un tren en cualquier dirección, hasta que la parte posterior del mismo ha salido de la

influencia del crucero. Las señales que emite este dispositivo son dos luces rojas horizontales que se encienden y apagan alternadamente acompañadas de campanas electricas que funcionan en forma sincronizadas con las mismas luces.

El semáforo en cuestión cuenta con una cara para cada una de las dos calzadas laterales que son las que cruzan a nivel.

Para el control de las corrientes de circulación vial y peatonal a nivel de la intersección de Av. Central con la Av. 412, se consideraron semáforos de tiempo fijo operando a tres fases.

El ciclo óptimo fue determinado en el inciso 5.3 y resultó de 100 segundos repartido de la siguiente manera:

FASE 1

Controla las calzadas laterales de la Av. Central, sin permitir las vueltas izquierdas.

ROJO ----- 81 seg.

AMBAR ----- 3 seg.

VERDE ----- 16 seg.

---

SUMA                    100 seg.

FASE 2

Controla el acceso Poniente de la Av. 412 permitiendo todos sus movimientos direccionales.

ROJO	-----	60 seg.
AMBAR	-----	3 seg.
VERDE	-----	37 seg.
<hr/>		
SUMA		100 seg.

### FASE 3

Controla el acceso oriente de la Av. 412, permitiendo todos sus movimientos direccionales.

ROJO	-----	59 seg.
AMBAR	-----	3 seg.
VERDE	-----	38 seg.
<hr/>		
SUMA		100 seg.

## 6.2. - ANTEPROYECTO DE SEÑALAMIENTO.

Se requieren indicaciones claras y precisas para los conductores que circulan por este cruce, a fin de obtener un óptimo funcionamiento del mismo. Básicamente se requieren señas restrictivas de estacionamiento y señas informativas que den a conocer clara y oportunamente los destinos.

Son indispensables una señal informativa de destino - previa y otra decisiva, como mínimo. Para los conductores que



circulan por las calzadas laterales de la Av. Central será necesario prevenirle del cruce del ferrocarril con el señalamiento adecuado.

Las marcas en el pavimento incluyendo las rayas separadores de carriles, rayas de alto, rayas de cruce de peatones, así como flechas que indican la dirección a seguir.

En el plano NR III Se observa todo lo conserniente a ésta solución propuesta.

Una vez concluido nuestro estudio de la intersección, de considerar tres alternativas y tomar una como solución al problema, se puede preveer que el alineamiento horizontal ya no es muy factible en ésta época de tomarse como una buena medida para resolver nuestros problemas de tránsito ya que existen en nuestra ciudad muchas vialidades e intersecciones conflictivas pues su capacidad se encuentra saturada, debe empezarse a analizar y proyectar soluciones aplicando el alineamiento vertical ya que sería un medio más apropiado y efectivo para solventar las zonas más conflictivas por el tránsito, considerando que algunas zonas ya lo requieren urgentemente.

ANEXO - A

## AFORO VEHICULAR

**INTERSECCION: AVENIDA CENTRAL Y AVENIDA 412.**

**DELEGACION: GUSTAVO A.**

**DIA DE LA SEMANA: MIERCOLES.**

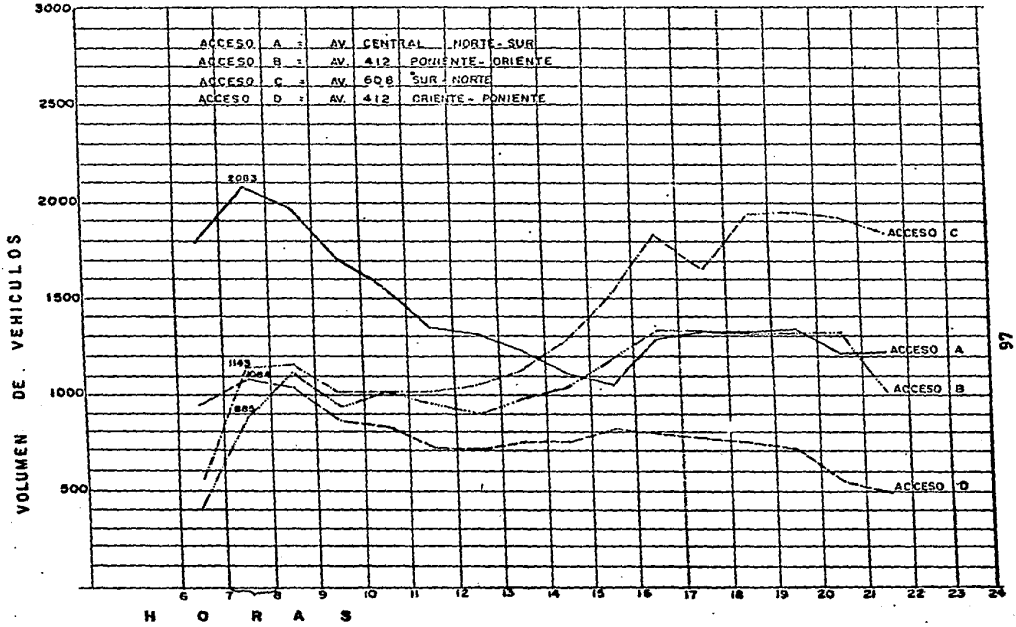
**HADERO.**

**FECHA: FEBRERO-25-1987.**

**TABLA I.**

TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO.									
	NORTE	SUR.	OTE.	PTE.						
6.00-6.15	385	95	252	58						
6.15-6.30	447	114	139	94						
6.30-6.45	466	157	281	120						
6.45-7.00	500	203	279	142						
TOTAL	1798	569	951	414						
7.00-7.15	563	293	273	209						
7.15-7.30	486	282	285	228						
7.30-7.45	508	278	269	208						
7.45-8.00	526	290	257	240						
TOTAL	2083	1143	1084	885						
8.00-8.15	515	271	268	252						
8.15-8.30	540	321	269	200						
8.30-8.45	465	279	250	204						
8.45-9.00	446	289	254	299						
TOTAL	1966	1160	1041	1119						
9.00-9.15	492	255	222	222						
9.15-9.30	398	255	228	217						
9.30-9.45	355	236	215	232						
9.45-10.00	458	260	201	271						
TOTAL	1703	1016	866	942						
10.00-10.15	448	300	176	196						
10.15-10.30	340	227	236	226						
10.30-10.45	391	257	196	301						
10.45-11.00	378	233	201	288						
TOTAL	1557	1017	811	1017						
11.00-11.15	305	228	185	219						
11.15-11.30	346	301	198	245						
11.30-11.45	327	230	180	280						
11.45-12.00	364	264	141	221						
TOTAL	1343	1023	706	965						
12.00-12.15	391	259	152	225						
12.15-12.30	360	303	181	237						
12.30-12.45	275	190	171	231						
12.45-13.00	282	299	197	207						
TOTAL	1308	1060	701	900						
13.00-13.15	309	319	199	255						
13.15-13.30	309	277	209	291						
13.30-13.45	318	289	180	227						
13.45-14.00	279	251	170	216						
TOTAL	1215	1136	756	989						
14.00-14.15	272	362	188	274						
14.15-14.30	297	370	200	245						
14.30-14.45	263	274	185	264						
14.45-15.00	277	281	185	265						
TOTAL	1109	1287	758	1051						
15.00-15.15	247	353	220	310						
15.15-15.30	298	394	190	267						
15.30-15.45	253	349	214	312						
15.45-16.00	269	433	185	295						
TOTAL	1067	1529	809	1166						
16.00-16.15	303	415	196	349						
16.15-16.30	312	481	191	349						
16.30-16.45	367	492	193	338						
16.45-17.00	298	443	214	264						
TOTAL	1280	1831	794	1320						
17.00-17.15	372	408	189	255						
17.15-17.30	281	431	174	358						
17.30-17.45	312	361	217	355						
17.45-18.00	359	466	190	346						
TOTAL	1324	1666	770	1324						
18.00-18.15	353	417	180	302						
18.15-18.30	322	540	178	348						
18.30-18.45	319	465	180	345						
18.45-19.00	326	512	209	311						
TOTAL	1320	1934	747	1305						
19.00-19.15	372	479	180	295						
19.15-19.30	332	529	159	319						
19.30-19.45	363	467	180	358						
19.45-20.00	274	477	183	353						
TOTAL	1341	1952	702	1322						
20.00-20.15	298	499	145	296						
20.15-20.30	302	482	145	308						
20.30-20.45	290	437	144	361						
20.45-21.00	318	500	125	357						
TOTAL	1208	1916	559	1322						
21.00-21.15	322	500	144	295						
21.15-21.30	306	398	149	294						
21.30-21.45	279	422	155	316						
21.45-22.00	312	422	49	119						
TOTAL	1219	1742	497	1026						

VARIACION DE VOLUMENES DE TRANSITO



97

FIGURA 1.

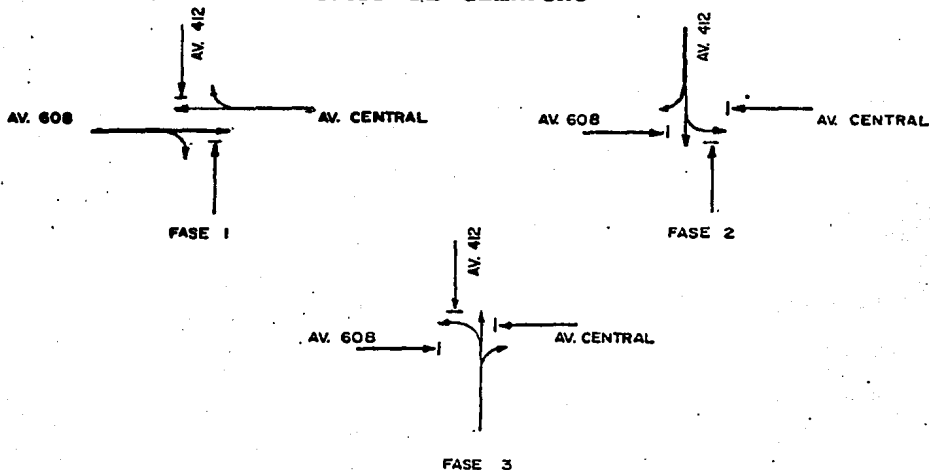
INTERSECCION AV. CENTRAL CON AV. 412  
 ACCESO \_\_\_\_\_ FECHA FEBRERO-23-87.

**AFORO VEHICULAR POR HORA DE LUZ VERDE  
EN LAS HORAS DE MAXIMA DEMANDA**

FASE	CICLO Seg.	TIEMPO DE LUZ VERDE Seg.	ACCESO EN LA INTERSECCION	VOLUMEN Veh / Hora
1	120	52	ACCESO NORTE AV. CENTRAL	5268
			ACCESO SUR AV. 608	5179
2		29	ACCESO PONIENTE AV. 412	4917
3	29	ACCESO ORIENTE AV. 412	3741	

TABLA 2. AFORO VEHICULAR DE LA INTERSECCION EN ESTUDIO

**CICLO DE SEMAFORO**



## PLANTA DE GALIBO.

En el cruce del ferrocarril, se dejó una elevación mínima de rasante de 8.50m como nivel 0.00, el nivel 1.87 del -hongo del riel leído en el levantamiento topográfico, mismo - que se tomó para el cruce con la avenida 412, en la que se dejó una elevación mínima de rasante de 6.50m.

Con base en lo anterior se elaboró la Planta de Galibo, de la manera siguiente:

En ambos cruces se marcan las elevaciones críticas de la rasante de proyecto (Elevación Superior), y las elevaciones en la parte inferior de la Superestructura (Elevación Interior), anotándose también el nivel de la vía del ferrocarril y de la rasante de la Av. 412.

El cruce con la vía del ferrocarril se realiza en tan gente, por lo que se consideró un bombeo del 2% y en el caso del cruce con la avenida 412, como éste se realiza en curva se consideró una sobreelevación del 4%.

En la tabla siguiente se muestra el cálculo de las elevaciones de la rasante y la parte inferior de la superestructura.

NORTE - SUR

Punto	Estación	Elevación en el Eje	Corrección	Elevación Superior	Corrección	Elevación Interior
1	0+264.70	8.65	5.75 (-0.02) = -0.115	8.535	-1.30	7.235
2	0+273.00	8.62	5.75 (-0.02) = -0.115	8.505	-1.30	7.205
3	0+298.60	8.53	5.75 (-0.02) = -0.115	8.415	-1.30	7.115
4	0+305.90	8.50	5.75 (-0.02) = -0.115	8.385	-1.30	7.085

Con 2% de Bombeo

SUR - NORTE

5	0+764.00	8.50	5.75 (-0.02) = -0.115	8.385	-1.30	7.085
6	0+770.50	8.53	5.75 (-0.02) = -0.115	8.415	-1.30	7.115
7	0+785.35	8.59	5.75 (-0.02) = -0.115	8.475	-1.30	7.175
8	0+791.60	8.61	5.75 (-0.02) = -0.115	8.495	-1.30	7.195

Con 2% de Bombeo

CRUCE DEL FERROCARRIL

NORTE - SUR

1	0+832.10	6.66	5.75 (-0.04) = -0.23	6.89	-1.30	5.59
2	0+834.85	6.65	5.75 (-0.04) = -0.23	6.42	-1.30	5.12
3	0+869.30	6.52	5.75 (-0.04) = -0.23	6.75	-1.30	5.45
4	0+873.60	6.50	5.75 (-0.04) = -0.23	6.27	-1.30	4.97

Con 4% de Sobreelevación

SUR - NORTE

5	0+283.85	6.50	5.75 (-0.04) = -0.23	6.27	-1.30	4.97
6	0+289.15	6.52	5.75 (-0.04) = -0.23	6.75	-1.30	5.45
7	0+322.50	6.66	5.75 (-0.04) = -0.23	6.43	-1.30	5.13
8	0+325.25	6.67	5.75 (-0.04) = -0.23	6.90	-1.30	5.60

Con 4% de Sobreelevación

CRUCE DE LA AVENIDA 412

## OBSERVACIONES.

OBJETO DE LA CAPACIDAD. - El conocimiento de la capacidad o del volumen de servicio de un camino sirve fundamentalmente a dos propósitos.

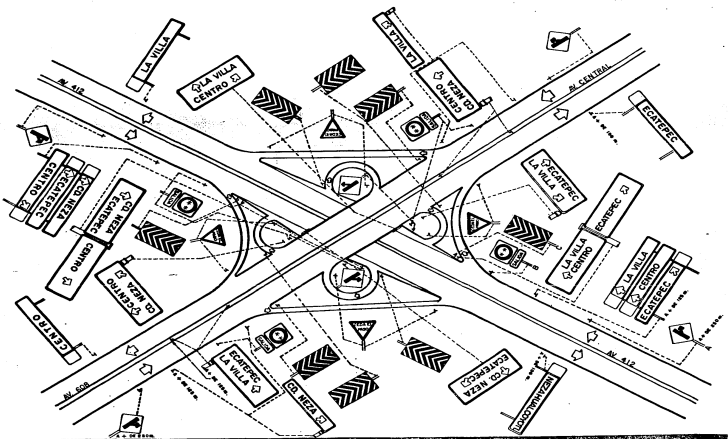
- a). - Para fines de proyecto de una obra nueva.
- b). - Para la investigación de las condiciones de operación de un camino existente.

FACTOR DE CARGA. - Es la relación del número total de intervalos con luz verde del semáforo que se utilizan completamente por el tránsito durante la hora de circulación máxima, el número total de intervalos verdes para ese acceso durante el mismo período de tiempo. El valor máximo que puede alcanzar es uno.


FACTOR DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA. - Es la relación entre el volumen registrado en la hora de máxima demanda y el valor máximo de la circulación durante un período de tiempo dado dentro de dicha hora, multiplicado por el número de veces que ese período cabe en una hora. Es una medida de las características del tránsito durante los períodos máximos; El valor más alto de esta relación es uno.

El término así descrito debe limitarse para un período corto dentro de la hora, considerándose generalmente de cinco a seis minutos en las autopistas y de 15 minutos en las intersecciones.





NOTA.- EL SEÑALAMIENTO DE ENCUENTRA EN FORMA ESQUEMÁTICA, POR BANGUAREE, ESTA SOLUCIÓN EN FORMA DE CÍRCULOS.



### SIMBOLOGIA

- A SP-19 SALIDA A LA DERECHA
- B EL VALOR DE LA VELOCIDAD SE FIJARA DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS SECCIONALES (V.M.).
- C INDICADOR DE OBSTACULOS EN RUFICACIONES
- PARAMENTO
- CIRCULACION

ALTERNATIVA DE SOLUCION No. 1 PASO A DESNIVEL TIPO "TREBOL" CON COLECTOR DISTRIBUIDOR DE TRÁNSITO	<b>PLANO No.</b>  I
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO <b>EME P ARAGÓN</b> <b>TESIS PROFESIONAL</b> ANALISIS OPERACIONAL DE LAS VIALIDADES QUE CONFLUYEN EN AV. CENTRAL, NO. 412 Y AV. 408 MANUEL PICAZO HUERTA ERNESTO FIDEL SOLÍS LEÓN INGENIERIA CIVIL GENERACION R2-96	

1 9 8 7



### SIMBOLOGIA

- A 57-M SALIDA
- B EL VALOR DE LA VELOCIDAD DE FUERA DE ADOBERO CON LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS. (# #)
- C INDICADOR DE OBSTACULO EN INFRAESTRUCTURA

PARAMENTO

GRUPO ADON

ALTERNATIVA DE SOLUCION

Nº IX

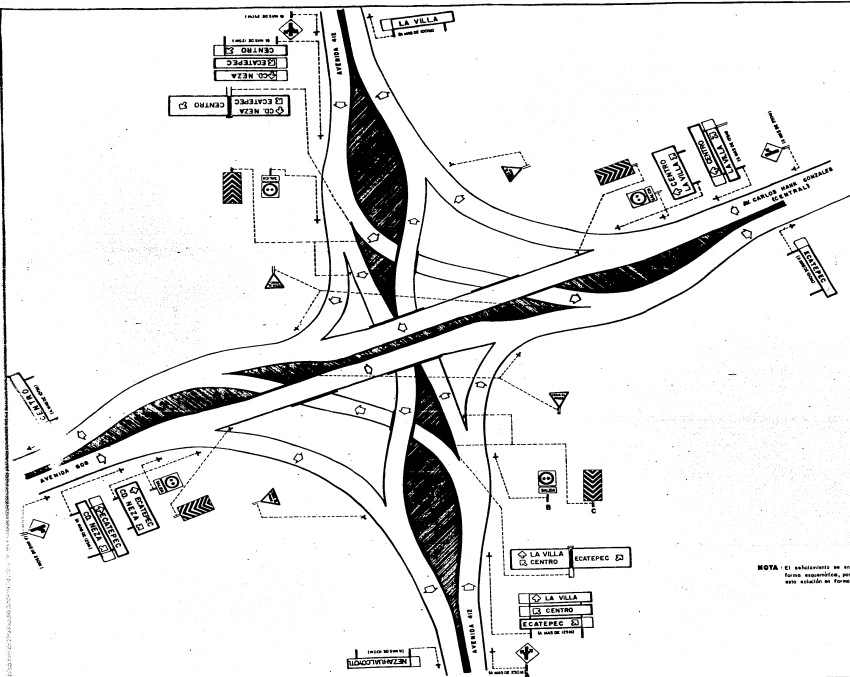
PRADO A DESNIVEL  
TIPO MULTIFORMACIONAL

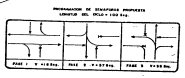
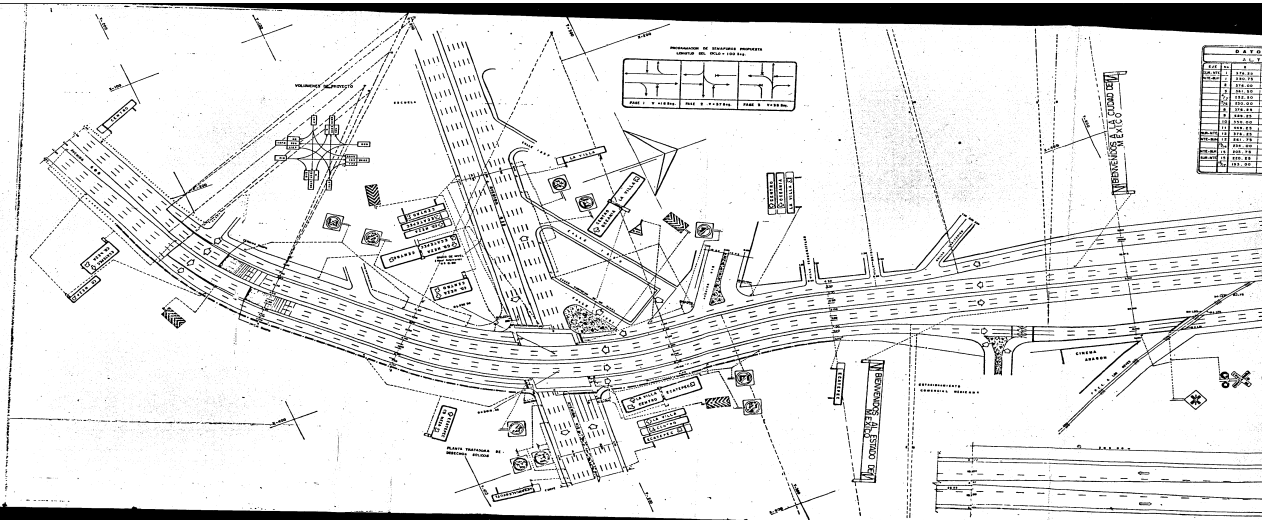
PLANO Nº

II

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP ARAHON  
TESIS PROFESIONAL  
ANALISIS OPERACIONAL DE LAS VIALIDADES QUE  
CONFLUYEN EN KM 46 Y 50 ADOB  
MANUEL PIGADO HUERTA  
ERNESTO SOLIS LEON  
INGENIERIA CIVIL GENERACION 82-86  
ESC 3/E 1.087

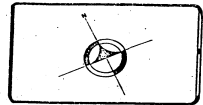
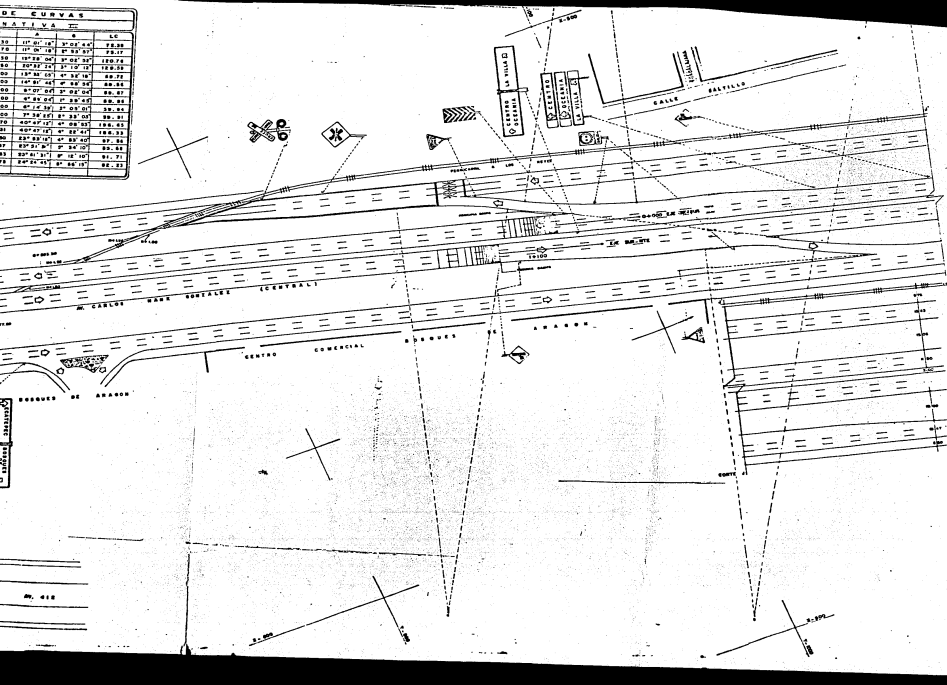
NOTA: El subterráneo se muestra en forma esquemática, por mostrarlo más detallado en Form. 82 de apoyo.





	L	R
1	100	100
2	100	100
3	100	100
4	100	100
5	100	100
6	100	100
7	100	100
8	100	100
9	100	100
10	100	100
11	100	100
12	100	100
13	100	100
14	100	100
15	100	100
16	100	100
17	100	100
18	100	100
19	100	100
20	100	100
21	100	100
22	100	100
23	100	100
24	100	100
25	100	100
26	100	100
27	100	100
28	100	100
29	100	100
30	100	100
31	100	100
32	100	100
33	100	100
34	100	100
35	100	100
36	100	100
37	100	100
38	100	100
39	100	100
40	100	100
41	100	100
42	100	100
43	100	100
44	100	100
45	100	100
46	100	100
47	100	100
48	100	100
49	100	100
50	100	100
51	100	100
52	100	100
53	100	100
54	100	100
55	100	100
56	100	100
57	100	100
58	100	100
59	100	100
60	100	100
61	100	100
62	100	100
63	100	100
64	100	100
65	100	100
66	100	100
67	100	100
68	100	100
69	100	100
70	100	100
71	100	100
72	100	100
73	100	100
74	100	100
75	100	100
76	100	100
77	100	100
78	100	100
79	100	100
80	100	100
81	100	100
82	100	100
83	100	100
84	100	100
85	100	100
86	100	100
87	100	100
88	100	100
89	100	100
90	100	100
91	100	100
92	100	100
93	100	100
94	100	100
95	100	100
96	100	100
97	100	100
98	100	100
99	100	100
100	100	100

CURVAS			
N	E	LC	
33	117° 00' 00"	2524.44	121.30
34	117° 00' 00"	2074.37	121.17
35	117° 00' 00"	2074.37	121.17
36	117° 00' 00"	2074.37	121.17
37	117° 00' 00"	2074.37	121.17
38	117° 00' 00"	2074.37	121.17
39	117° 00' 00"	2074.37	121.17
40	117° 00' 00"	2074.37	121.17
41	117° 00' 00"	2074.37	121.17
42	117° 00' 00"	2074.37	121.17
43	117° 00' 00"	2074.37	121.17
44	117° 00' 00"	2074.37	121.17
45	117° 00' 00"	2074.37	121.17
46	117° 00' 00"	2074.37	121.17
47	117° 00' 00"	2074.37	121.17
48	117° 00' 00"	2074.37	121.17
49	117° 00' 00"	2074.37	121.17
50	117° 00' 00"	2074.37	121.17
51	117° 00' 00"	2074.37	121.17
52	117° 00' 00"	2074.37	121.17
53	117° 00' 00"	2074.37	121.17
54	117° 00' 00"	2074.37	121.17
55	117° 00' 00"	2074.37	121.17
56	117° 00' 00"	2074.37	121.17
57	117° 00' 00"	2074.37	121.17
58	117° 00' 00"	2074.37	121.17
59	117° 00' 00"	2074.37	121.17
60	117° 00' 00"	2074.37	121.17
61	117° 00' 00"	2074.37	121.17
62	117° 00' 00"	2074.37	121.17
63	117° 00' 00"	2074.37	121.17
64	117° 00' 00"	2074.37	121.17
65	117° 00' 00"	2074.37	121.17
66	117° 00' 00"	2074.37	121.17
67	117° 00' 00"	2074.37	121.17
68	117° 00' 00"	2074.37	121.17
69	117° 00' 00"	2074.37	121.17
70	117° 00' 00"	2074.37	121.17
71	117° 00' 00"	2074.37	121.17
72	117° 00' 00"	2074.37	121.17
73	117° 00' 00"	2074.37	121.17
74	117° 00' 00"	2074.37	121.17
75	117° 00' 00"	2074.37	121.17
76	117° 00' 00"	2074.37	121.17
77	117° 00' 00"	2074.37	121.17
78	117° 00' 00"	2074.37	121.17
79	117° 00' 00"	2074.37	121.17
80	117° 00' 00"	2074.37	121.17
81	117° 00' 00"	2074.37	121.17
82	117° 00' 00"	2074.37	121.17
83	117° 00' 00"	2074.37	121.17
84	117° 00' 00"	2074.37	121.17
85	117° 00' 00"	2074.37	121.17
86	117° 00' 00"	2074.37	121.17
87	117° 00' 00"	2074.37	121.17
88	117° 00' 00"	2074.37	121.17
89	117° 00' 00"	2074.37	121.17
90	117° 00' 00"	2074.37	121.17
91	117° 00' 00"	2074.37	121.17
92	117° 00' 00"	2074.37	121.17
93	117° 00' 00"	2074.37	121.17
94	117° 00' 00"	2074.37	121.17
95	117° 00' 00"	2074.37	121.17
96	117° 00' 00"	2074.37	121.17
97	117° 00' 00"	2074.37	121.17
98	117° 00' 00"	2074.37	121.17
99	117° 00' 00"	2074.37	121.17
100	117° 00' 00"	2074.37	121.17



SIMBLOGIA	
———	LÍNEA DE ALTO VOLTAJE
— — — —	CABLE PARA PASADIZO
— — — —	PANORAMA
— — — —	BARRIO
— — — —	SEÑALIZACION
— — — —	SEÑALIZACION DE CABLE
— — — —	SEÑALIZACION

SOLUCION  
 SISTEMAS  
 SISTEMAS  
 OPERACIONAL  
 SISTEMAS  
 SISTEMAS  
 SISTEMAS  
 SISTEMAS  
 SISTEMAS

PLANO No.  
 III

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS  
 ANALISIS OPERACIONAL DE LAS UNIDADES QUE  
 OPERAN EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION  
 DE ENERGIA ELÉCTRICA  
 DIVISION DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS  
 ENGENIERIA CIVIL  
 ENCARGADO DE LOS TRABAJOS  
 ENCARGADO DE LOS TRABAJOS

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

- INGENIERIA DE TRANSITO.  
Rafael Cal y Mayor.  
Representaciones y Servicios de Ingenieria  
S. A. México.
  
- METODOS ESTADISTICOS EN INGENIERIA DE TRANSITO.  
Johannes F. Schwarz.  
Jose Puy Huarte.  
Representaciones y Servicios de Ingenieria  
de transito.
  
- LOS SEMAFOROS Y EL CONTROL DINAMICO DEL TRANSITO.  
R. Aldepe cantu.      J. Garcia Ramon  
J. Jalle Alari.      L. Dominguez Pommerencke.  
Representaciones y servicios de Ingenieria  
S. A.
  
- MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO  
EN CALLES Y CARRETERAS.  
Secretaria de Comunicaciones y Transportes.  
Direccion General de Servicios Tecnicos.

- MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO.  
Paul C. Box.  
Joseph C. Oppenlander.  
Representaciones y Servicios de Ingenieria  
S.A.
  
- MANUAL DE CRITERIOS DE DISEÑO URBANO.  
Jan Bezant S.  
Edit. Trillas S. A.
  
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS.  
Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras  
Publicas.