



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

*ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ACATLAN"
INGENIERIA*

**PROYECTO GEOMETRICO DE LA SOLUCION VIAL EN EL
ACCESO AL AEROPUERTO INTERNACIONAL
BENITO JUAREZ**

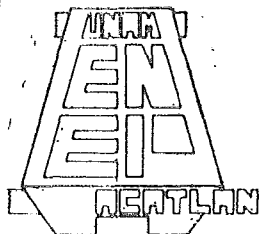
T E S I S

Que para obtener el titulo de :

INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a :

EFREN RAMIREZ PEREZ



MEXICO, D. F.

1982

M-0028642



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mi inolvidable padre (q.e.p.d.)
como un homenaje a su memoria

A mi madre
con veneración y cariño

A mis hermanos
con sinceridad y afecto



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"
COORDINACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA.

CAI-C-110/82.

SR. EFREN RAMIREZ PÉREZ
Alumno de la Carrera de
Ingeniería Civil,
P r e s e n t e.

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 10 de marzo de 1982, me complace notificarle que esta - - Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema - - de tesis: "Proyecto Geométrico de la Solución Vial en el Acceso al Aeropuerto Internacional Benito Juárez" - - el cual se desarrollará como sigue:


- I.- Introducción
- II.- Elementos básicos
- III.- Anteproyecto geométrico
- IV.- Proyecto geométrico
- V.- Proyecto geométrico definitivo

Asimismo fué designado como Asesor de Tesis el se ñor Ing. Salvador Acevedo Márquez, profesor de esta Es cuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de - - lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá pres- tar servicio social durante un tiempo mínimo de seis - meses como requisito básico para sustentar examen pro- fesional, así como de la disposición de la Dirección - General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación de- berá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Edo. de Méx., a 26 de Mayo de 1982.




ALEJANDRO RAMIREZ SECENA
Coordinador del Programa
de Ingeniería.

ENEP - ACATLÁN
COORDINACIÓN DE
INGENIERÍA Y ACTUARÍA

SUMARIO

Pag.

I.- GENERALIDADES

1.- Introducción	1
2.- Desarrollo Urbano	4
3.- Definición del Problema	7
4.- Conclusión	8

II.- ELEMENTOS BASICOS PARA EL PROYECTO GEOMETRICO

1.- Composición del Tránsito	11
1.1.- El Peatón	11
1.2.- El Conductor	14
1.3.- El Vehículo	15
1.4.- El Camino	20
2.- Controles y Datos Básicos	22
2.1.- Volumen de Tránsito	23
2.2.- Velocidad	27
2.3.- Vehículo de Proyecto	32
3.- Sistema Vial Urbano	34
3.1.- Objetivos	35
3.2.- Clasificación	36
3.3.- Normas de Proyecto	38

SUMARIO

Paq.

4.- Capacidad Vial	48
4.1.- Condiciones Prevalcientes	48
4.2.- Nivel de Servicio	47
4.3.- Volúmen de Servicio	52
4.4.- Factores que afectan la Capacidad y el Volúmen de Servicio	52
4.5.- Selección del Volúmen Horario Proyecto	54
III.- ANTEPROYECTO GEOMETRICO	
1.- Introducción	56
2.- Localización	56
3.- Datos de Apoyo	59
3.1.- Factores de Planeación	60
3.2.- Características Físicas	62
3.3.- Restricciones y Requerimientos	65
3.4.- Características Operacionales	68
4.- Alternativas de Solución	85
4.1.- Descripción de Alternativas	85
4.2.- Solución Definitiva	88
IV.- PROYECTO GEOMETRICO	
1.- Alineamiento Horizontal	92
1.1.- Presentación	92
1.2.- Planteamiento	93
1.3.- Procedimiento de Cálculo	97

SUMARIO

Pag.

2.- Alineamiento Vertical	104
2.1.- Presentación	104
2.2.- Planteamiento	105
2.3.- Procedimiento de Cálculo	109
3.- Sección Transversal	115
3.1.- Presentación	116
3.2.- Planteamiento	116
4.- Dispositivos para el Control del Tránsito	119
4.1.- Presentación	119
4.2.- Planteamiento	119
V.- PROYECTO GEOMETRICO DEFINITIVO	
1.- Planta General de Trazo	122
2.- Planta General de Constructiva Complementaria	123
3.- Perfiles Definitivos	124
4.- Planta General de Geometría Suplementaria	125
5.- Planta General de Secciones Niveladas	126
6.- Planta General de Afectaciones	127
7.- Planta General de Dispositivos de Control de Tránsito	128
CONCLUSIONES	129
BIBLIOGRAFIA	

I.- GENERALIDADES

1.- Introducción

En la ciudad de México, como en algunas otras ciudades del mundo se está teniendo una expansión en cuanto a número de vehículos de motor se refiere, lo cual viene siendo un problema para el trazo original de las avenidas, mismas que se hicieron con las necesidades que se tenían en aquella época y, conforme ha pasado el tiempo el vehículo se ha estado desarrollando cada vez más, por lo consiguiente éste trazo de calles es insuficiente al gran aumento de vehículos.

Durante el presente siglo los medios de transporte terrestre han evolucionado con gran rapidez y las vías para darles curso se han hecho extensivas en las ciudades y en el campo.

Las antiguas poblaciones han recibido el impacto del vehículo, que a su paso ha destruido antiguos recintos que no han sido capaces de alojarlo y a impreso su carácter a las nuevas ciudades obteniendo preminencia sobre el peatón.

El vehículo automotor ha predominado sobre los demás transportes, determinando el trazo de las ciudades y las vías de comunicación terres

tre. Penetrando a todo el ambiente urbano y paralelamente el servicio que presta ha producido serios inconvenientes y peligros en la vida diaria de la comunidad.

El desarrollo de las ciudades y en especial su disposición física se ha extendido superficialmente debido al transporte que permite recorrer trayectos largos en corto tiempo.

El transporte público en la mayor parte de los países ha quedado rezagado predominando el vehículo particular, por el deseo individual de obtener facilidad y libertad de transportarse. Este anhelo aunado a los largos trayectos en la ciudad, a su vez ha fortalecido la necesidad de aumentar el número de transportes, la velocidad, y una demanda de vehículos particulares, buscando con ello reducir el tiempo de recorrido.

El tiempo usado por el hombre diariamente, distribuido en: ocho horas de trabajo, ocho horas para dormir y ocho horas para la recreación y el descanso, es común en el campo; en tanto en la ciudad una cantidad considerable de tiempo para el descanso se utiliza en la -
transportación.

La reciente crisis de energéticos derivados del petróleo, que ya de algunas décadas atrás se había previsto, dado que es un recurso natural no renovable, no implica la desaparición del vehículo como transporte terrestre, sino el cambio en el sistema de propulsión, ya que se encuentra en etapas avanzadas.

El aspecto de mayor importancia a plantear es la utilización racional del transporte, aprovechando sus ventajas y evitando molestias al usuario. Esta conciliación se ha venido planteando mediante el concepto de la planificación integral de las ciudades y regiones. En este contexto se plantean las políticas generales para determinar conjuntamente los usos apropiados del uso del suelo, su interrelación con las redes de comunicaciones y transportes, estableciendo las relaciones entre las zonas de trabajo y vivienda, evitar el uso inadecuado de los transportes y procurar tranquilidad en las zonas de habitación.

Para planear los sistemas de comunicaciones y transportes, se han desarrollado en las últimas décadas, técnicas específicas que atienden los factores que intervienen en su diseño y operación. Estas técnicas analizan la capacidad de los individuos para conducir, las ca

racterísticas de los vehículos, el equipo y señalamiento de la red circulatoria, las condiciones de velocidad, aforo de vehículos, origen y destino.

Estas técnicas de reciente creación han demostrado ser herramientas de eficiente utilidad en el planteamiento de la red vial, y la optimización de la operación del transporte urbano y carretero.

2.- Desarrollo Urbano.

El desarrollo urbano sigue siendo el factor dinámico de la evolución social. Esto es especialmente cierto para los países en vías de desarrollo, los cuales no han alcanzado el nivel de las sociedades predominantemente urbanizadas de los países desarrollados, por lo que seguirán probablemente urbanizándose en forma acelerada.

La vertiginosa expansión demográfica y la cuantiosa migración de población hacia las grandes ciudades han dado forma a un proceso de urbanización que en México se distingue por la relativa rapidez con que ocurre, como por la manera en que dicho proceso está afectando nuestras formas de organización social, económica y política.

Signo inequívoco de la industrialización y del aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio de la colectividad han propiciado problemas demasiado complejos que afectan a los grupos humanos que por necesidades imperiosas se ven obligados a realizar actividades cotidianas en un ambiente de tensión incesante, contra marcha del reloj, así como la preocupación por la programación de las actividades del día siguiente.

Esto ha traído como consecuencia, entre otras necesidades, la construcción de más kilómetros de vías urbanas (autopistas, arterias, calles locales, calles colectoras, calles peatonales y ciclistas).

El proyecto y construcción de la pavimentación urbana, representa actualmente en términos generales el 50 % del costo total de urbanización (que incluye además: agua, drenaje, iluminación y otros servicios).

En el D. F. por ejemplo, para los 34 ejes viales (500 km), se erogará la cantidad de 10,000 millones de pesos aproximadamente. Además, se terminará la construcción del Circuito Interior, el Periférico, -vías radiales y la ampliación del Sistema de Transporte Colectivo con nuevas líneas del Metro, es también parte del programa para mejorar

Las necesidades de movilidad del individuo, y la remodelación de varias intersecciones conflictivas, lo que representará otra cantidad semejante a la anterior.

México en las últimas décadas ha sido uno de los países de más alta tasa de crecimiento demográfico en el mundo, 3.6 % anual y además, ha logrado mediante las políticas adecuadas, mantener una tasa de desarrollo sostenida de casi 6 % anual durante las últimas tres décadas.

Las variables anotadas; población y desarrollo, implican no solamente un crecimiento en el volumen de la producción, sino también en el tipo y la calidad de los bienes y servicios que demanda la comunidad, metas que no habría sido posible alcanzar, sino se hubiera contado con las obras básicas de infraestructura que proporcionan los insumos y servicios que requiere la población.

Situaciones como las anteriormente mencionadas desequilibran el desenvolvimiento normal, paulatino y gradual de la ciudad.

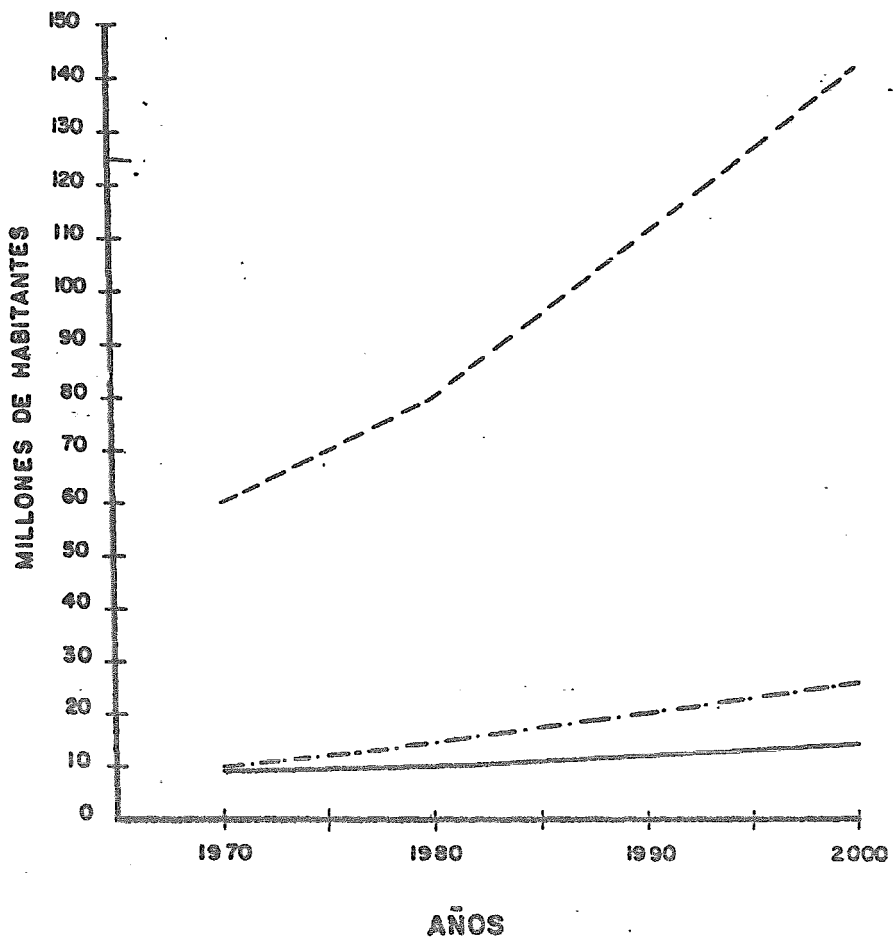
Se ha demostrado en base a estudios, aforos, estadísticas, con su correspondiente programación, que la problemática citadina es el punto a resolverse para aprovechar al máximo las horas - hombre que se desperdi

GRAFICA DE CRECIMIENTO DEMOGRAFICO COMPARATIVO

REPUBLICA MEXICANA. -----

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO . - . - . - .

CIUDAD DE MEXICO. _____



cian inútilmente al no lograr una fluidez adecuada en la transportación, e incorporar las mismas a la productividad y al progreso de todos y cada uno de los componentes del sistema armonioso de la ciudad. Esta simple apreciación permite percatarse de la magnitud e importancia que tiene para el desarrollo nacional mantener y mejorar los servicios del transporte urbano.

3.- Definición del Problema.

No es nuestra ciudad la única agobiada por el problema del transporte urbano. Un número creciente de personas reclaman en todas partes de nuestra ciudad los medios para trasladarse con rapidez, seguridad y un mínimo decoroso de comodidad.

El número de traslados de bienes y personas ha aumentado en relación directa con el crecimiento de la población. Los términos del problema son de sobra conocidos; crecimiento del número global de habitantes y su concentración cada vez más intensa en las ciudades; aumento en el número de vehículos a un ritmo aún más elevado que el de las personas; incapacidad de las calles y plazas en el centro de las ciudades para dar cabida a la creciente aglomeración; limitación en los recursos económicos para modificar la estructura vial existente.

Lo generalizado del problema permite plantear soluciones que mejoren las necesidades de movilidad tanto colectiva como individual.

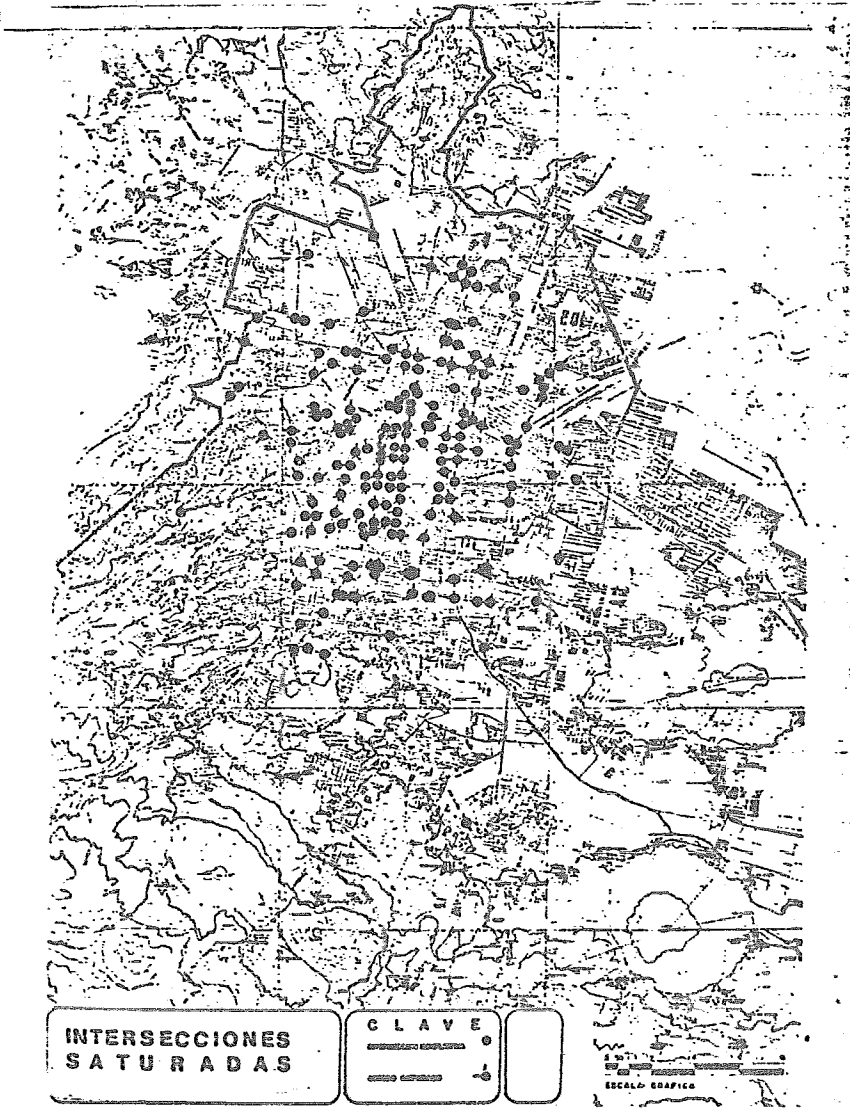
4.- Conclusión.

En virtud de los graves problemas de circulación y de seguridad que experimentan nuestros sistemas viales se formula un Plan Rector de Vialidad y Transporte, en el cual se ha fijado como objetivo fundamental el reducir el índice de accidentes, así como los desequilibrios operacionales (congestionamientos) y especialmente con la mira de mejorar las condiciones de seguridad en la circulación de vehículos y de peatones a través del mejoramiento de la infraestructura y de la superestructura vial urbana.

Este plan comprende los siguientes puntos:

- 1.- Mejoramiento de las características geométricas y de los sistemas de control de tránsito en intersecciones altamente conflictivas.
- 2.- Conociendo la población que se transportará en el futuro bajo las dos modalidades: el transporte masivo y el transporte indi

	FECHA	PROYECTO Nº	HOJA 9
	DESCRIPCION INTERSECCIONES SATURADAS		CALCULO



**INTERSECCIONES
SATURADAS**

CLAVE

○

—

—

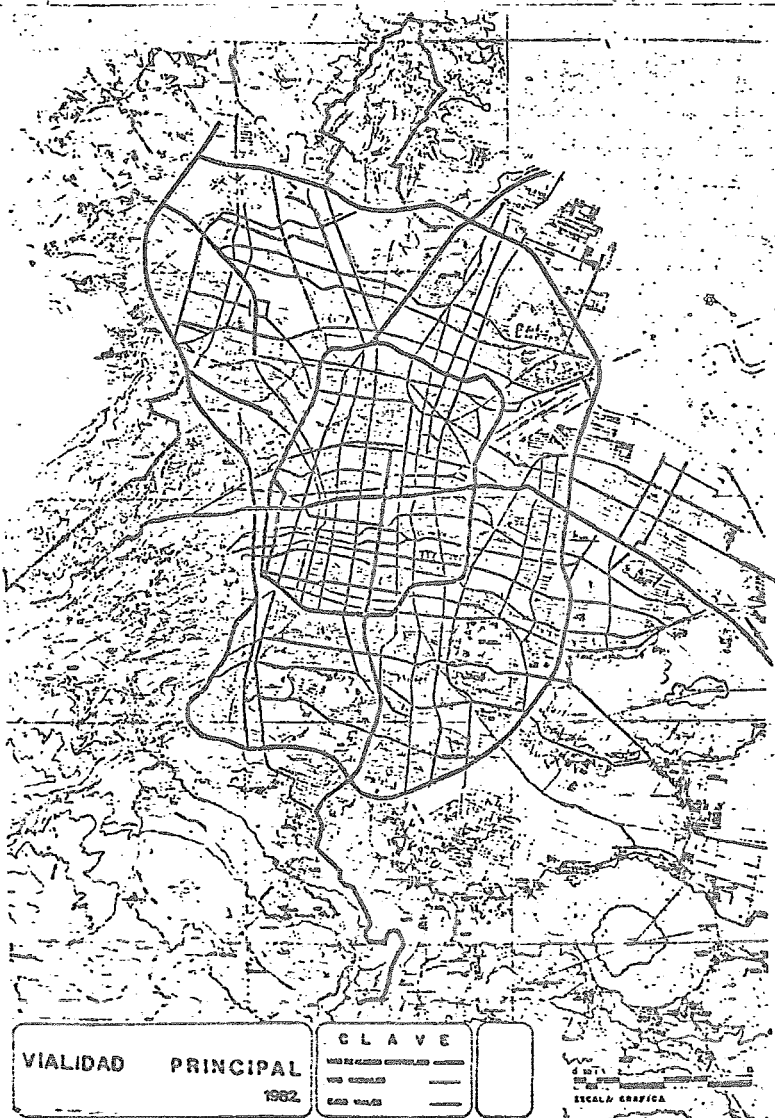
ESCALA GRAFICA

vidual, así como su intensidad, dirección y extensión de los viajes, nos permitirá preveer la cantidad y longitud a cubrir por las diferentes modalidades del transporte (Metro, autobuses, trolebus, taxis, etc.).

- 3.- Ordenación del sistema vial de la ciudad. Con la incorporación de 34 ejes viales, terminación de los circuitos internos y periféricos y de las vías radiales de conexión, así como la incorporación de un ambicioso programa de construcción de edificios de estacionamiento.
- 4.- Como complemento de los programas antes señalados está un programa general que incluye el señalamiento horizontal y vertical en toda la ciudad a fin de lograr una circulación ordenada de vehículos y peatones.

El particular proceso de urbanización (el crecimiento del centro a la periferia y en sentido inverso de los antiguos poblados ribereños, finalmente asimilados por la ciudad) y, las inmigraciones por el espejismo ciudadano, han propiciado su extensión anárquica. Esto hace necesario crear un sistema de planeación de Desarrollo Urbano que analice los desajustes, desde las causas que los originaron, para corregir y prevenir el ordenamiento de la ciudad.

FECHA	PROYECTO N°	HOJA 9
DESCRIPCION VIALIDAD PRINCIPAL		CALCULO



Este sistema de planeación requiere de los siguientes apoyos:

- 1.- Legislativo, para obrar conforme a un derecho urbano.
- 2.- Técnico, para contar con una estructura urbana adecuada.
- 3.- Administrativo, para lograr su implementación funcional.
- 4.- Popular, porque sólo la amplia participación ciudadana hará po
sible los ajustes necesarios para el Desarrollo Urbano.

II.- ELEMENTOS BASICOS PARA EL PROYECTO GEOMETRICO

1.- Composición del Tránsito

1.1.- El Peatón

Definición.- Se le considera peatón a toda persona que pueda caminar; desde una criatura de un año hasta un anciano de cien años.

Es muy importante estudiar las características del peatón por que no solo es víctima de los problemas del tránsito, sino también es uno de los causantes.

Según la Dirección General de Estadística, en la República Mexicana los peatones intervienen aproximadamente en el 28% de los accidentes.

En el Distrito Federal, de las personas muertas en accidentes de tránsito, el 31% fueron peatones.

Examinando la estadística de como intervienen los peatones en accidentes de tránsito, nos resulta de la siguiente forma: el 27% estaba cruzando fuera de la zona de seguridad de las esquinas; el 11.5% caminaba sobre el camino; el 9.5% fué atropellado al salir entre vehículos estacionados; el 8.5% cruzaba una intersección que no tenía control, es decir no tenía semáforo ni agente de tránsito; el 7% cruzaba la esquina contra la señal de alto.

En México, dentro de los datos disponibles, se estima que más del 90% de los peatones que resultaron muertos o heridos no sabían manejar.

El peatón no se ha asimilado al medio, en general aún no ha comprendido lo que significa el autotransporte en las actividades comunes de la vida diaria.

La estadística de los peatones en nuestras ciudades nos indican que la gente no está preparada. Son personas que no están familiarizadas con el vehículo y no comprendiendo todavía las limitaciones del que lo va conduciendo, cometen actos imprudentes. No saben que un conductor está imposibilitado de frenar en unos cuantos metros.

Reglas de Seguridad para el Peatón

- 1.- Cruce solo en las esquinas
- 2.- Nunca salga repentinamente entre dos vehículos estacionados
- 3.- No rodee el autobús, ya sea por detrás o por delante, espere hasta que haya pasado
- 4.- En las esquinas espere la señal conveniente desde la banqueta, si no hay semáforo o agente de tránsito espere el momento oportuno en que no haya vehículo cerca
- 5.- Familiarícese con los colores, posición y significado de las señales de tránsito
- 6.- Antes de bajar de la banqueta, mire a la izquierda, derecha y hacia atrás para ver si no hay vehículo que vaya a dar vuelta, en las calles de un solo sentido, mire primero en la dirección por la que deben aproximarse los vehículos
- 7.- No atraviese el cruce en diagonal para ir a la esquina o puesta, mejor cruce dos veces en ángulo recto
- 8.- Cuando cruce una calle en dos sentidos, mire a la izquierda hasta que llegue al centro y luego mire a la derecha
- 9.- Camine no corra sino tropezará, pero no sea lento ni se distraiga
- 10.- No salga de la zona marcada para peatones
- 11.- Nunca suponga que tiene el derecho de paso
- 12.- Mantenga la cabeza y la sombrilla altas, los periódicos y paquetes bajos
- 13.- Recuerde que un pavimento mojado no solo hará sus movimientos más lentos, sino que será más difícil que los vehículos se detengan a tiempo

- 14.- En donde no haya banquetas, camine a su izquierda dando la cara al tránsito
- 15.- De noche o cuando haya poca luz, use o lleve consigo algo blanco o de color claro, úselo de la cintura hacia abajo.

1.2.- El Conductor

Para la mayor parte de los conductores el vehículo de motor ha venido a ser un juguete nuevo, que se ha puesto repentinamente en las manos de millones de gentes. Por lo general el que conduce un vehículo conoce el mecanismo, sabe lo que es el volante, las velocidades, el freno, etc., pero desconoce las limitaciones, la potencialidad de ese vehículo y carece de destreza para mezclarse en la corriente del tránsito.

A través del tiempo sin embargo, el hombre ha demostrado una gran adaptabilidad a los cambios de la vida moderna. Vemos como el individuo es capaz de conducir carretas y rápidamente cambiar a la conducción de diligencias de mayor velocidad, para posteriormente adaptarse a las condiciones del vehículo de motor.

Si el vehículo de motor ha venido a facilitar la vida del usuario y a influir notablemente en sus actividades sociales y económicas, también ha llegado a constituir una importante causa de accidentes, siendo motivo de miles cada año.

Los estudios indican que de todos los accidentes relativos al transporte automotor, en un 75% la causa es atribuible al conductor.

Las principales causas para ese porcentaje de accidentes son:

- Exceso de velocidad
- Invasión del carril de sentido contrario
- Impericia del conductor

Aunque en un accidente causado por el usuario influyen factores emocionales como: fatiga, hipnosis del camino y la posible impreparación del conductor, también debe pensarse que en la mayoría de los accidentes las circunstancias habrían cambiado con mejores proyectos del camino. Los caminos deben proyectarse tomando en cuenta al usuario que viaja y que desea hacerlo en forma cómoda, segura y en el menor tiempo posible.

Es por ello que al proyectarse, siempre debe pensarse en el individuo como módulo de proyecto, con todas sus facultades y limitaciones, a fin de proporcionarle un camino que corresponda a sus necesidades y reducir al mínimo los accidentes.

1.3.- El Vehículo

Siendo el vehículo uno de los factores primordiales del tránsito, se hace necesario estudiarlo con todo detalle.



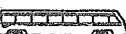




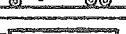

Las últimas décadas del siglo XIX ven la aparición del automóvil con motor de gasolina y renace el deseo de conservar en buen estado los caminos que habían sido abandonados.

puede afirmarse que el vehículo de motor de combustión interna es la forma que lo conocemos actualmente, forma parte y nació con el siglo XX. Inició su vida siendo un artefacto de lujo y de deporte al que no se le daba mayor importancia; de la que nadie imaginaba que llegaría a influir tanto en la economía del transporte.

Durante los últimos 70 años el vehículo de motor ha sufrido cambios extraordinarios. Los cambios principales que ha sufrido el vehículo son básicamente los de: potencia, velocidad y comodidad.

1.3.1.- Clasificación.- La tabla siguiente muestra la clasificación general de los vehículos, así como la proporción en que intervienen en la corriente del tránsito, de acuerdo con los estudios de origen y destino realizados hasta la fecha indicada.

1.3.2.- Características geométricas y de operación.- En el proyecto de los elementos de una carretera, deben tenerse en cuenta las siguientes características de los vehículos.

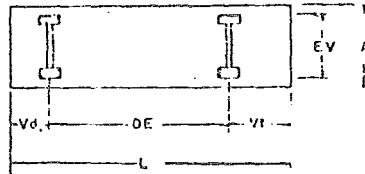
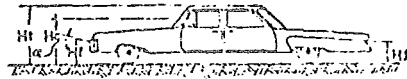
TIPO DE VEHICULO	NUM. DE EJES	ESQUEMAS		SIMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHICULOS		
		PERFIL	PLANTA					
VEHICULOS LIGEROS	AUTOMOVILES	2		Ap	—	46	58	
	CAMIONETAS	2		Ac		12		
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B	—	12	42	
	CAMIONES	2		C2	73	100		30
		3		C3	13			
				T2-S1	7			
		4		T2-S2	7			
		5		T3-S2	7			
				T2-S1-R2				
	OTRAS COMBINACIONES							
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE		En vehículo	VARIABLE			
	MAQUINARIA AGRICOLA							
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS							
	OTROS							

FUENTE: S.A.H.O.P. PROMEDIO DE LOS ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO DEL 1 AL 38 (1960 A 1971)

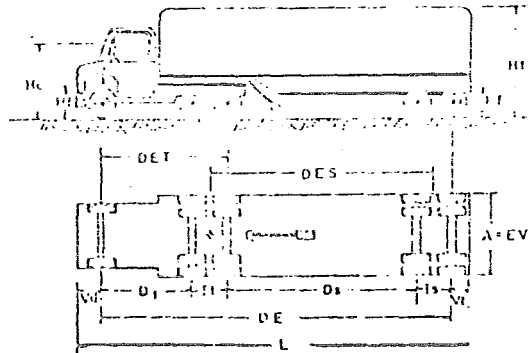
TABLA CLASIFICACION GENERAL DE LOS VEHICULOS

Las características geométricas están definidas por las dimensiones y el radio de giro.

A.- Dimensiones. En la figura siguiente, se muestran las dimensiones de los vehículos ligeros y pesados que deben tomarse en cuenta para el proyecto geométrico de carreteras.



VEHICULO LIGERO



VEHICULO PESADO

- IV = Distancia entre las caras extremas de las ruedas
L = Longitud total del vehículo
EI = Distancia entre los ejes más alejados de la unidad
DET = Distancia entre los ejes más alejados del tractor
MES = Distancia entre la articulación y el eje del semirremolque.
Cuando el semirremolque tiene ejes en el tándem, ésta distancia se mide hasta el centro del tándem
Vd = Vuelo delantero
Vt = Vuelo trasero
Tt = Distancia entre los ejes del tándem del tractor
Ts = Distancia entre los ejes del tándem del semirremolque
Dt = Distancia entre el eje delantero del tractor y el primer eje del tándem
Ds = Distancia entre el eje posterior del tándem del tractor y el eje delantero del tándem del semirremolque
A = Ancho total del vehículo
Ht = Altura total del vehículo
Hc = Altura de los ojos del conductor
Hf = Altura de los faros delanteros
Hi = Altura de las luces posteriores
a = Angulo de desviación del haz luminoso de los faros

Las dimensiones actuales de los vehículos ligeros y pesados varían dentro de rangos muy amplios, dependiendo del modelo y uso.

Las dimensiones que deben emplearse para el proyecto geométrico de carreteras son las que corresponden al vehículo de proyecto, tal y como se estipula más adelante.

B.- Radio de Giro.- El radio de giro es el radio de la circunferencia definida por la trayectoria de la rueda delantera externa del vehículo, cuando éste efectúa un giro.

El radio de giro, las distancias entre ejes y la entrevía del vehículo, definen la trayectoria que siguen las ruedas cuando el vehículo efectúa un giro. Estas trayectorias, especialmente la de la rueda delantera externa y la trasera interna, sirven para calcular las ampliaciones en las curvas horizontales de un camino y para diseñar la orilla interna de la vialidad en los ramales de las intersecciones.

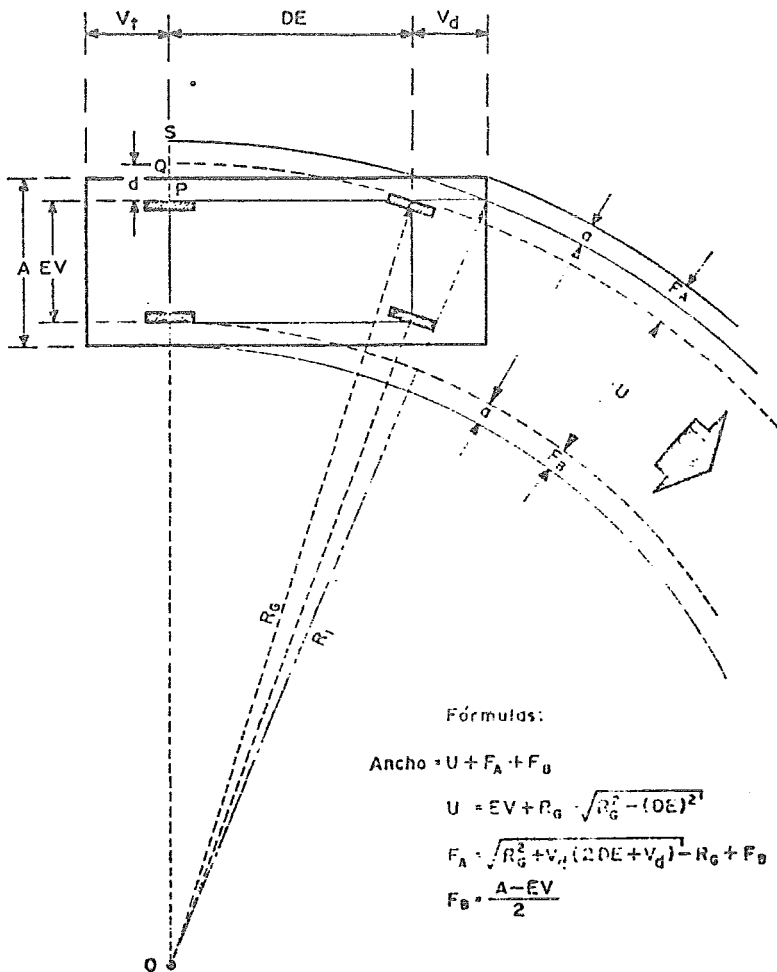


FIGURA ANCHO DEL VEHICULO EN CURVA

Las características de operación están definidas principalmente por la relación peso/potencia, la cual en combinación con otras características del vehículo y del conductor, determina la capacidad de aceleración y desaceleración, la estabilidad en las curvas y los costos de operación.

Dado que una carretera debe proyectarse para que funcione eficientemente durante un determinado número de años, no deberán proyectarse los caminos solamente en función de las características del vehículo actual, sino que deberán analizarse las tendencias generales de esas características a través de los años, para prever hasta donde sea posible las modificaciones futuras.

1.4.- El Camino

Un camino tiene por objeto permitir la circulación rápida, económica, segura y cómoda de vehículos autopropulsados, sujetos al control de un conductor.

Por tanto el camino debe proyectarse de acuerdo a las características del vehículo que la va usar y considerando en lo posible, las reacciones y limitaciones del conductor.

Entendamos por camino la faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación camino incluye las calles de la ciudad.

1.4.1.- Clasificación.- Se puede clasificar el camino como sigue:

- C. de Transitabilidad.- Camino Pavimentado
Camino Revestido
Camino de Tierra o en Terracería

- C. Administrativa -- Camino Federal
Camino Estatal
Camino Vecinal
Camino de Cuota

- C. de Capacidad -- Autopista
Camino de Tres Carriles
Camino de Dos Carriles
Brecha

- C. de Inversión -- De Función Social
De Penetración Económica
De Zonas Desarrolladas

- C. de Funcionamiento -- De Cooperación Bipartita
De Cooperación Tripartita

Y las especificaciones que se consideran para proyectar un camino son:

	TIPO DE CAMINO				
	ESPECIAL	A	B	C	BRECHA
Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA)	3000 ó más	1500 a 3000	500 a 1500	50 a 500	50
Tránsito Horario Máximo Anual (THMA)	360 ó más	180 a 360	60 a 180	6 a 60	6
Veloc. de Proyecto (Km Hr)	120	60 a 100	50 a 80	35 a 70	30 a 60
Veloc. de Operación (Km Hr)	100	50 a 90	40 a 70	30 a 60	—
Tanto por Ciento de Vehículos Pesados (%)	50	40	30	30	—
Pendiente Máxima (%)	4	4 a 6	4,5 a 6,5	5 a 7	5 a 13
Curvatura Máxima (Grados)	4	8 a 26	11 a 35	16 a 60	11 a 32
Ancho de Curva (m.)	22.20 mín.	9 a 8	8 a 7	7 a 6	6 a 4
Ancho de Calzada (m.)	14.00 mín.	7	6.50 a 6	5.50	4
Señalamiento	Señales Metálicas Reflejantes		Señales Metálicas No Reflejantes		—
Sup. de Rodamiento	Pavimentada		Pavimentada		—
Obras de Drenaje	De Concreto o Mampostería		Generalmente Definitivas		—
Obras Complementarias	De Concreto, Mampostería o Naturales		Definitivas, en Algunos Casos Provisionales		—

TABLA: ESPECIFICACIONES PARA PROYECTO GEOMETRICO

2.- Controles y Datos Básicos.

En el proyecto geométrico se emplean controles y datos básicos para asegurar que la vialidad se ajustará a la demanda de tránsito que se espera en un futuro y fomentar la uniformidad y consistencia en la operación vial. En algún grado se aplican estos controles y datos básicos a toda vía pública.

Los datos básicos para el proyecto vial determinan los controles principales para los cuales una vialidad urbana será proyectada.

Son independientes del sistema vial y del tipo de vía. La relación siguiente es un ejemplo de los datos básicos para el proyecto geométrico:

- Año de proyecto
- Tránsito promedio diario actual
- Tránsito promedio diario futuro
- Volúmen horario de proyecto
- Distribución direccional del tránsito
- Camiones
- Velocidad de proyecto
- Control del acceso
- Nivel de servicio proyecto

Otra información necesaria para el proyecto geométrico incluye:

- Volúmenes de peatones y ubicación de cruces
- Tipo, localización y naturaleza del estacionamiento
- Operación del transporte público
- Vehículos proyecto aplicables

2.1.- Volúmen de Tránsito

Entendemos por volúmen de tránsito cierta cantidad de vehículos que transitan por un tramo del camino en un intervalo de tiempo dado; las unidades más comunmente usadas son: veh/h ó veh/día.

Técnicamente se les designa como tránsito máximo horario (T.M.H.) y tránsito promedio diario (T.P.D.).

Tránsito máximo horario.- Es el máximo número de vehículos que pasan en un tramo del camino durante una hora para un lapso establecido de observación, normalmente un año.

Tránsito promedio diario.- Es el promedio de los volúmenes diarios registrados en un determinado período. Los más usuales son: tránsito promedio diario anual (T.P.D.A.) y el tránsito promedio semanal (T.P.D.S.).

Los recuentos de volúmenes de tránsito pueden realizarse de diversas formas; en base a estudios de origen y destino, aforos de muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

Los estudios se pueden realizar por períodos cortos o bien en forma permanente. Por lo general se realizan ambos tipos de estudios, obteniéndose la correlación entre ellos y se efectúan de dos formas:

- a).- Método Manual y
- b).- Dispositivos Mecánicos.

- a).- Método Manual.- Este recuento manual es realizado a través del uso de personal de campo conocidos como aforadores de tránsito. Estos aforos manuales son usados cuando la información deseada no puede ser obtenida mediante el uso de dispositivos mecánicos.
- b).- Dispositivos Mecánicos.- Para el recuento son los caballitos de batalla en los aforos de tránsito y para realizarlos, se han generalizado los aparatos de medición de diversa índole.

Principalmente son aparatos eléctricos que mediante detectores registran el paso de cada vehículo en un punto dado de una vía o calle. En algunos casos el registro es realizado en una cinta donde se imprime un número acumulativo de vehículos o en una cinta perforada, también hay registros gráficos.

2.1.1.- Volúmen de Proyecto

El volúmen de proyecto representa la carga que la vía pública deberá alojar y que determina en mayor grado el tipo de vía, anchura de pavimentación requerida, así como otras características geométricas.

Para la red vial local el tránsito promedio diario actual puede ser usado para su diseño. Para las vías de dos carriles, el volúmen horario de proyecto es usado en el año de proyecto futuro. Para vías de carriles múltiples se hace uso del volúmen horario de proyecto direccional para el proyecto de algún año futuro.

La determinación del volumen horario de proyecto se inicia con el tránsito promedio diario anual actual (TPDA)actual, para todas las vías excepto en calles locales.

El (TPDA)actual es proyectado hacia algún año futuro, normalmente de 5 a 20 años después de que se haya concluido la construcción.

El volumen horario de proyecto se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$VHP = K \times TPDA \text{ (actual)}$$

El volumen horario de proyecto direccional se determina mediante la expresión siguiente:

$$VHP = K \times P \times D \times TPDA \text{ (actual)}$$

En donde :

K = factor promedio

P = factor de pronóstico

D = factor direccional

Resumen de Factores para Determinar el
Volumen Horario de Proyecto (VHP).

Factor K :

urbano = 8%

suburbano = 10%

rural = 12%

Factor de pronóstico P :

para 5 años = 1.4
para 10 años = 2.0
Para 15 años = 2.8
Para 20 años = 3.9

Factor direccional D :

a).- En ciudades pequeñas y medianas

urbano = 50% a 80%
zona central = 50%
suburbano = 60% a 80% (valor frecuente 65%)
rural = 60% a 80%

b).- En ciudades grandes

zona central = 55%
rutas radiales y
vías en circuito = 60% (zonas intermedias)
rutas radiales = 65% a 67% (zonas comerciales
fuera del centro).

Los factores (K), (P) y (D) deben analizarse con cuidado en cada caso en particular. Los valores que se indican son simplemente una guía.

En resumen, es necesario conocer los siguientes elementos para propósitos de proyecto en diferentes vías urbanas:

TIPO DE VIA

ELEMENTOS DE TRANSITO NECESARIOS
PARA EL PROYECTO

Vías de Acceso
Controlado y
Vías Principales

TPDa - Tránsito promedio diario actual
TPDf - Tránsito promedio diario para un
año futuro
VHPD - Volúmen horario de proyecto
direccional
T - Porcentaje de camiones durante
la hora de proyecto.

Calles Locales y
Calles Colectoras

TPDa - Tránsito promedio diario actual
TPDf - Tránsito promedio diario para un
año futuro
VHP - Volúmen horario de proyecto para
condición futura
T - Porcentaje de camiones durante
la hora de proyecto.

2.2.- Velocidad.

Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea una relación de movimiento.

La velocidad esta bajo el control del conductor y su uso determinará la distancia recorrida, el tiempo de recorrido y el ahorro de tiempo, según la variación de velocidad.

Un factor especial que hace a la velocidad muy importante en el tránsito, es que la velocidad de los vehículos actuales ha sobrepasado los límites que le permite alcanzar el camino actual, las calles y la mayor parte de los reglamentos.

Así pues, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada ya que básicamente se presenta un desequilibrio que origina gran número de conflictos en el conductor.

2.2.1.- Velocidad de Proyecto

Es la seleccionada para proyectar y relacionar entre sí las características físicas de una vía que influyan en el movimiento de los vehículos.

Algunas características tales como: curvatura, sobreelevación, distancia de visibilidad y pendiente longitudinal están relacionados directamente y varían apreciablemente con la velocidad de proyecto.

Deben utilizarse normas de alta calidad en vías con velocidad de proyecto elevadas. Esto es, casi todos los elementos que intervienen en el proyecto geométrico vial, son afectados por la velocidad de proyecto elegida.

La selección de la velocidad de proyecto está influenciada por las características del terreno, densidad y carácter del uso del suelo, clasificación y función del tipo de vía, los volúmenes de tránsito que se espera use la vía y por consideraciones económicas y ambientales.

La tabla siguiente muestra las velocidades de proyecto mínimas para diferentes clasificaciones viales, tipo de terreno y varios volúmenes de tránsito.

Tabla.- VELOCIDADES DE PROYECTO MÍNIMAS PARA
DIFERENTES TIPOS DE VIAS EN KM/H

Vías de Acceso Controlado

Terreno	Rural	Urbano
A nivel	110	80
Lomerío	110	80
Montañoso	80	80

Vías Principales

Urbano

50 - 65 km/h para todos
los tipos de terreno y
volúmenes de tránsito

Suburbano

65 - 70 km/h para todos
los tipos de terreno y
volúmenes de tránsito

Calles Locales y Colectoras

Locales

30 - 50 km/h para todos
los tipos de terreno y
volúmenes de tránsito

Colectoras

40 - 60 km/h para todos
los tipos de terreno y
volúmenes de tránsito

2.2.2.- Otras velocidades usadas como base

Velocidad promedio de marcha. Para todo tránsito o componentes del mismo, es la suma de las distancias dividida entre la suma de los tiempos de recorrido.

Debido a que el 50% de todos los vehículos viajan a una velocidad muy cercana a la velocidad promedio de marcha, como se indica en la tabla siguiente. Es usada como una base para el proyecto geométrico.

Tabla.- RELACIONES ENTRE LA VELOCIDAD DE PROYECTO Y LA VELOCIDAD PROMEDIO DE MARCHA.

Velocidad de proyecto	Velocidad promedio de marcha		
	Volúmenes bajos	Volúmenes intermedios	Volúmenes próximos a la capacidad
30 km/h	28 km/h	27 km/h	26 km/h
40	37	35	34
50	47	44	41
60	55	52	43
70	63	59	52
80	71	66	56
90	79	72	58
100	86	78	60
110	92	75	61

Velocidad de operación. Es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede viajar en un tramo de una vía urbana bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y bajo condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso la velocidad de proyecto del tramo.

La velocidad de operación usualmente es unos 8 km/h más alta que la velocidad promedio de marcha cuando existe una condición de bajos volúmenes en vías de flujo libre. Se usa como medida del nivel de servicio para aquellas vías que permiten condiciones de circulación continua.

Velocidad promedio global. Es el resultado de dividir la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos en un tramo dado, entre la suma de los tiempos de recorrido.

La velocidad promedio global es usada como una medida del nivel de servicio para condiciones de circulación discontinua (vialidad urbana) y por consecuencia es útil para determinar el nivel de servicio en áreas urbanas.

2.3.- Vehículo de proyecto.

Es un vehículo seleccionado por su peso, dimensiones y características de operación que es usado para el proyecto vial. Para propósitos de proyecto geométrico el vehículo de proyecto elegido deberá ser tal que las dimensiones y radio de giro mínimo sean más grandes que la mayoría de los vehículos que usará la vía pública.

Las características de los vehículos de proyecto se usan para determinar las distancias de visibilidad, en el proyecto de intersecciones, secciones transversales y otros elementos para el proyecto geométrico.

En la tabla siguiente se resumen las características de los vehículos de proyecto.

La denominación de estos vehículos esta en función de la distancia entre ejes externos; así el vehículo DE-1525 representa un vehículo con una distancia entre ejes extremos de 15,25 mts.

CARACTERÍSTICAS		VEHICULO DE PROYECTO					
		DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525	
DIMENSIONES EN CM.	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1678
	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1525
	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	---	---	---	397	915
	Distancia entre ejes del semiremolque	DES	---	---	---	762	610
	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92
	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61
	Distancia entre ejes tándem tractor	T1	---	---	---	---	122
	Distancia entre ejes tándem semiremolque	Ts	---	---	---	122	122
	Distancia entre ejes interiores tractor	DI	---	---	---	397	488
	Dist. entre ejes interiores tractor y semiremolque	DS	---	---	---	701	793
	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259
	Entrevía del vehículo	EV	183	244	259	259	259
	Altura total del vehículo	Ht	167	214-412	214-412	214-412	214-412
	Altura de los ojos del conductor	Hc	114	114	114	114	114
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61
Altura de los faros traseros	Ht	61	61	61	61	61	
Angulo de desviación del haz de luz de los faros	oc	1°	1°	1°	1°	1°	
Radio de giro mínimo (cm)	Rg	732	1040	1281	1220*	1372*	
Peso total (Kg)	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000
Relación Peso/Potencia (Kg/HP)	Wc/P	45	90	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO		A _p yA _c	C2	B-C3	T2-S1 T2-S2	T3-S2 OTROS	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A _p yA _c	99	100	100	100	100	
	C2	30	90	99	100	100	
	C3	10	75	99	100	100	
	T2-S1	0	0	1	80	99	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	T2-S2	0	0	1	93	78	
	T3-S2	0	0	1	18	90	
	A _p yA _c	98	100	100	100	100	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	C2	62	98	100	100	100	
	C3	20	82	100	100	100	
	T2-S1	6	85	100	100	100	
	T2-S2	6	42	98	98	78	
	T3-S2	2	35	80	80	80	

TABLA.— CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO

Fuente: SAHOP.

La trayectoria mínima de giro para un vehículo de proyecto dado es de gran importancia. Las trayectorias que gobiernan es la parte más saliente delantera (punto B) y la de la rueda interna trasera.

La rueda delantera externa se considera que describe una trayectoria circular y que a su vez define el radio de giro mínimo.

En las figuras 5.11 a 5.15 se ilustran las principales dimensiones de los vehículos de proyecto, así como sus radios de giro mínimo y las trayectorias de las ruedas para esos radios en ángulo de vuelta de 180°

TIPO DE VEHICULO DE PROYECTO	DE-335	DE-610	DE-763	DE-1220	DE-1525	DE-1830
RADIO DE GIRO MINIMO	732	1281	1281	1220	1373	1373
RADIO INTERNO MINIMO	467	866	708	607	604	686

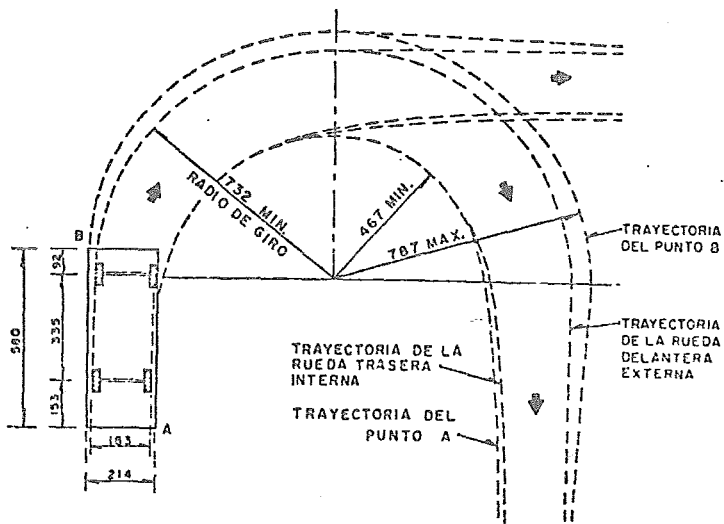


FIGURA 5.11. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE 335

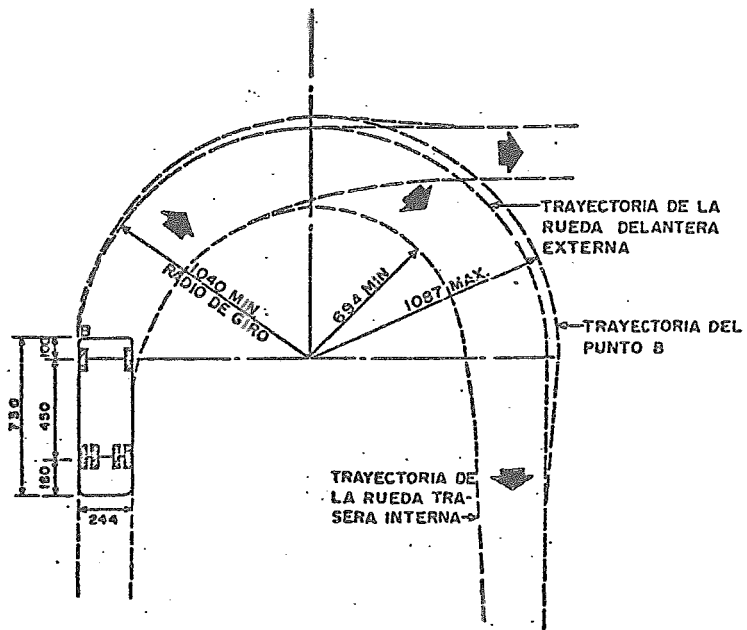


FIGURA 5.12. CARACTERÍSTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-450

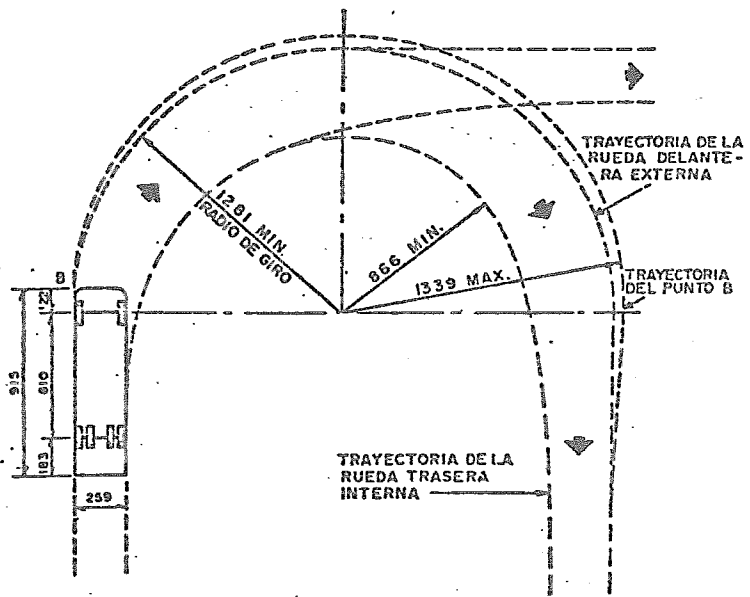


FIGURA 3.13. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-610

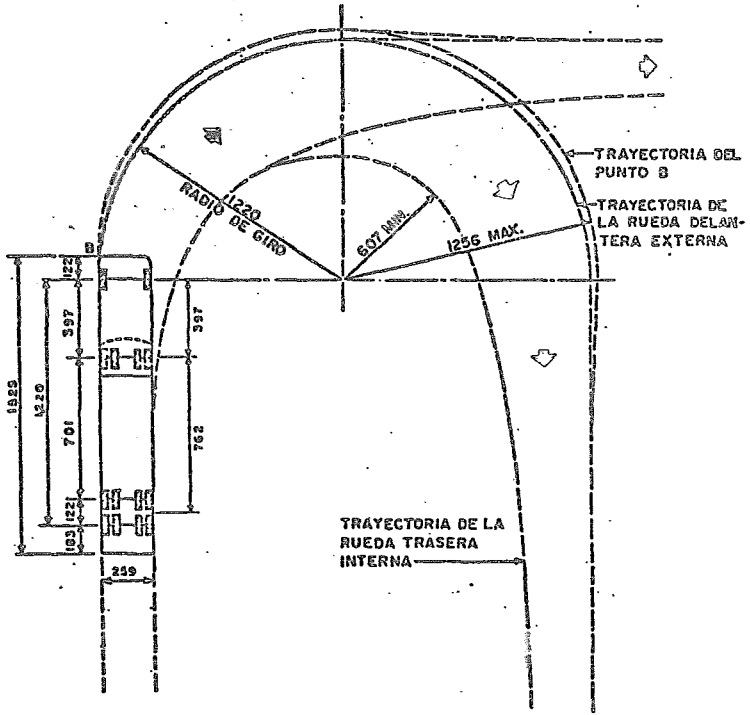


FIGURA 5.14. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-1220

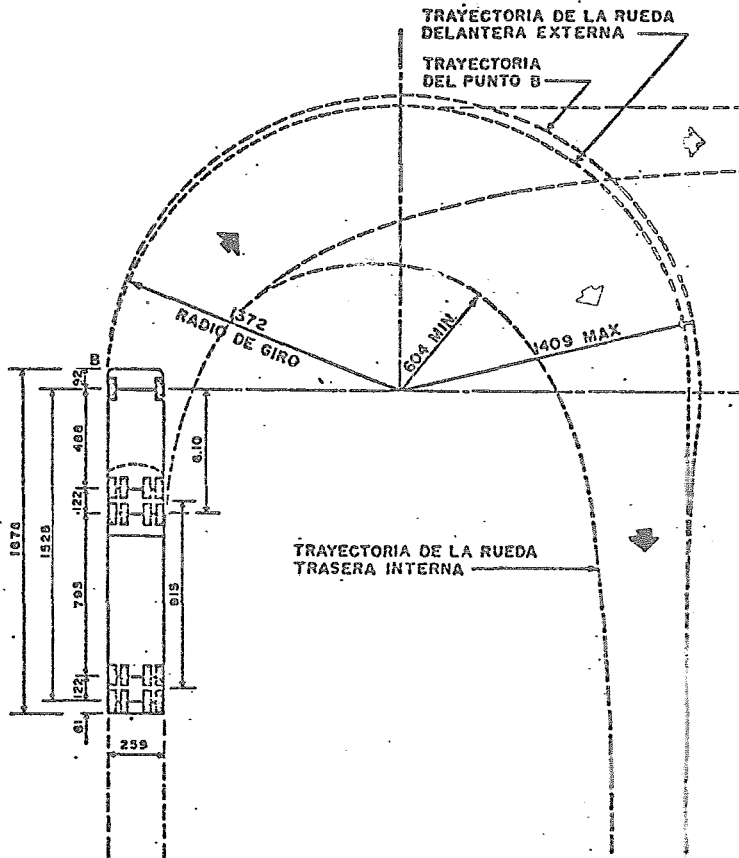


FIGURA 3.15. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-1325

3.- Sistema Vial Urbano.

El Sistema Vial Urbano es el conjunto de arterias y calles que estructuran el área y la definen como un sistema integral acondicionado para lograr una operación segura y eficiente del tránsito de vehículos, personas y bienes; dispuesto para satisfacer adecuadamente las necesidades y aspiraciones de la comunidad.

En 1975 la red principal del Distrito Federal se encontraba compuesta por no más de seis o siete vías de sentido norte-sur y otras tantas en sentido oriente-poniente. De este sistema operan con acceso controlado; el Anillo Periférico (al sur desde Cuernavaca, al poniente ligado con el Boulevard Manuel Avila Camacho hasta el límite con el Estado de México, donde continúa hasta Tepotzotlán), los Viaductos Presidente Alemán y Río Becerra que corren en sentido oriente-poniente y el Viaducto Tlalpan que va de sur a norte, de la Autopista Cuernavaca a la Calzada de Tlalpan como vía rápida sin control de acceso y sin cruces a nivel a partir de la Calzada Taxqueña hasta la Avenida Fray Servando Teresa de Mier; las Radiales Lázaro Cárdenas del límite Tezozomoc a Tacuba, San Joaquín que va del Periférico a Ejército Nacional y, Circuito Interior de Tacubaya a Insurgentes Norte.

El Sistema Vial Urbano no está debidamente integrada, dada la falta de continuidad y cuellos de botella de algunos ejes; Avenida Granjas, Ceylán, Cien Metros, Eduardo Molina, Inguarán, Morazán, La Viga, etc.

En síntesis, existe una evidente desarticulación vial falta de continuidad en varios ejes viales importantes y pocos ejes que forman la vialidad primaria actual. Lo anterior se ilustra gráficamente en el plano de vialidad primaria que muestra el sistema de operación en el año 1975.

3.1.- Objetivos.

Uno de los objetivos generales que debe contemplarse, es el de definir las funciones específicas de cada una de las calles que componen un Sistema Vial Urbano, con objeto de optimizar su uso. Fijar criterios para evaluar los servicios y no contemplar en forma aislada alguno de sus elementos. Esto conduce a clasificar el Sistema Vial Urbano.

Esta clasificación debe partir de la necesidad de establecer una función específica a las vialidades para que satisfagan las condiciones de movilidad urbana.

Lo anterior se justifica en base a los siguientes puntos de vista:

En primer lugar, por un criterio de capacidad y nivel de servicio. A medida que las dimensiones de la ciudad aumentan, los desplazamientos urbanos son de mayor longitud y el tiempo empleado en el transporte tiene una trascendencia muy importante. Conseguir una velocidad relativamente alta, puede ahorrar muchas horas del año y eso solo se logra si las calles se proyectan de forma adecuada. Al estudiar la capacidad, se comprueba como el estacionamiento en la calle y los accesos demasiado próximos la disminuyen considerablemente.

En segundo lugar, por un criterio de seguridad. Ya que la confusión que se produce en la calle cuando la intensidad de tránsito es importante y parte de los vehículos circulan de prisa, hace aumentar rápidamente el índice de accidentes.

Por último, por un criterio funcional. Desde el punto de vista de las vías principales, como de las vías locales en las que hay que evitar en lo posible un tránsito interno y rápido, que perturba considerablemente la vida urbana.

3.2.- Clasificación

Los sistemas generales de una red vial urbana deben comprender específicamente dos sistemas:

Uno principal que estructura los espacios de la ciudad y que forma parte de la zonificación de la clasificación racional del uso del suelo, lo integran las vías que tienen como función primordial la de facilitar la circulación y definir el esquema general de la ciudad.

Y otro sistema complementario ó secundario, destinado fundamentalmente a dar acceso a las propiedades colindantes.

La clasificación que se recomienda de acuerdo con su función es la siguiente :

1.- VIALIDAD PRIMARIA

- a).- Vías de Acceso Controlado
- b).- Vías Principales

2.- VIALIDAD SECUNDARIA

- a).- Calles Colectoras
- b).- Calles Locales

La anterior clasificación procura ser congruente con la nomenclatura que se está usando actualmente en el D.F.

1.- Vialidad Primaria

a).- Vías de Acceso Controlado.- Su función es la de facilitar la movilidad vial, manejando altos volúmenes de tránsito eficientemente y auxiliando el tránsito de paso a través del sistema de cales, esto permite al sistema vial cumplir su función adecuadamenen

b).- Vías Principales.- Este subsistema, conjuntamente con las Vías de Acceso Controlado deberá servir como Red Primaria para el movimiento de tránsito de paso de un distrito a otro dentro del ámbito urbano.

Permite un enlace directo entre los generadores de tránsito principales, y permite enlazar las carreteras con la vialidad urbana.

2.- Vialidad Secundaria

a).- Calles Colectoras.- Estas sirven a un doble propósito permitiendo un movimiento entre las Vías Principales y las Calles Locales y a su vez dar acceso directo a las propiedades colindantes.

b).- Calles Locales.- Estas se dividen de acuerdo al área que sigven en: residenciales, comerciales e industriales. En los tres casos están destinadas para servir como acceso directo a las propiedades.

3.3.- Normas de proyecto.

Vías de Acceso Controlado.- Son vías para el tránsito rápido, de grandes volúmenes de tránsito cuyos orígenes y destinos son distantes.

Las entradas y salidas a y desde los carriles de alta velocidad son diseñados y espaciados convenientemente para proporcionar una diferencia mínima entre la velocidad del tránsito de la corriente principal y la velocidad del tránsito que converge o diverge.

Características operacionales y geométricas.

- | | |
|--|---|
| 1.- Longitud recomendable | Más de 5 km |
| 2.- Velocidad de proyecto | |
| a. A lo largo del eje principal | 70-80 km |
| b. En gazas de intersección a desnivel. | Como mínimo la mitad del valor a lo largo del eje principal |
| 3.- Velocidad de operación | |
| a. En las horas de máxima demanda | 50 km/h |
| b. A otras horas | 55-80 km/h |
| 4.- Número de carriles de circulación | |
| a. Centrales | 4-8 |
| b. Laterales | 4 |
| 5.- Anchura de los carriles de circulación | |
| a. Centrales | |
| Carril derecho | 3.60 fijo |
| Otros carriles | 3.50 máximo |
| | 3.30 mínimo |

b. Laterales

Carril derecho	3.60 fijo	
Otros carriles	3.50 máximo con es- tacionamiento	
	3.30 con estacionamiento	
	3.00 sin estaciona- miento.	
6.- Anchura de los carriles para estacionamiento en cordón en las calles laterales.	2.50 m	
7.- Anchura de la faja separadora central (camellón central).	1.50 m mínimo 10.00 m máximo	
8.- Anchura de las fajas separadoras laterales (camellones laterales).	6.00 m mínimo	
En casos especiales por limitación del derecho de vía se dará un mínimo de 4.50 m	10.00 m máximo	
9.- Anchura de los carriles de aceleración y desaceleración	3.50 m fijo	
10.- Anchura de las aceras o banquetas	3.50 m mínimo 5.00 m máximo	
11.- Anchura del derecho de vía		
a. En vías de acceso controlado a nivel.		
Carriles centrales	Carriles laterales	
8	4	37.40 m máximo
8	4	66.30 m mínimo
6	4	80.40 m máximo

Carriles centrales	Carriles laterales	
6	4	54.70 m mínimo
4	4	68.40 m máximo
4	4	49.10 m mínimo

b. En vías de acceso controlado elevadas.

Con dos sentidos de circulación	35 m para 4 carriles
	45 m para 6 carriles
	50 m para 8 carriles
Con un sentido de circulación	20 m para 2 carriles
	25 m para 3 carriles

En aquellos lugares donde se proyectan las rampas de entrada o de salida, se deberá incrementar el derecho de vía anterior.

12.- Pendiente longitudinal máxima

- a. En tramos largos 4% (longitud máxima 650 m)
- b. En tramos cortos (pasos a desnivel) 6% máxima
- c. En gazas de intersección a desnivel 6% en casos especiales
7% en subidas
8% en bajadas

13.- Radios mínimos en las esquinas de calles laterales, con las calles transversales.

- a. Porcentaje mínimo de vehículos pesados que dan vuelta. 4.5 - 7.5 m
- b. Porcentaje elevado de vehículos pesados que dan vuelta. 9.0 - 15.0 m

También pueden utilizarse curvas compuestas donde haya espacio suficiente utilizándose de 30-6-30 m en vez de 9 m y de 36-12-36 m en vez de 15 m.

14.- Separación entre vías de acceso controlado y vías principales 1.6 km

15.- Espaciamiento de las intersecciones a desnivel

Las intersecciones a desnivel de las vías con accesos controlados se recomienda que estén espaciados de la manera siguiente:

Area de la ciudad	Espaciamiento de las intersecciones a desnivel en m.
Centro comercial	800
Perimetral al centro	
Comercial	800 a 1600
Suburbanos	1600 a 3200
Rurales	más de 3200

16.- Distancia de visibilidad de parada

a. Para velocidad de proyecto de 80 km/h 115.00 m

b. Para velocidad de proyecto de 70 km/h 90.00 m

17.- Curvas de transición Espirales

18.- Radio mínimo de curvatura

a. Para sobreelevación máxima de 10% y vel. proy. 80 km/h 208.40 m

b. Para sobreelevación máxima de 10% y vel. proy. 70 km/h 152.80 m

- 19.- Volúmenes de servicio para una estimación inicial del número de carriles y una velocidad proyecto de 80 km/h 500 veh/h/carril
Considerando que no hay vehículos estacionados y con 45% de tiempo de verde

Vías Principales.- Junto con el sistema de Vías de Acceso Controlado constituyen la vialidad principal o primaria de una ciudad y sirven para proporcionar fluidez al tránsito de paso y de liga a las calles Colectoras y Locales. Las Vías Principales pueden ser de un solo sentido o doble sentido con faja separadora central físico o pintado.

Características operacionales y geométricas

- 1.- Longitud recomendable Más de 2 km
2.- Velocidad de proyecto 70 km/h máxima
50 km/h mínima

La velocidad mínima en gasas de intersección a des nivel será la mitad de la velocidad de proyecto en el eje principal

- 3.- Velocidad de operación
a. En las horas de máxima demanda 40 km/h
b. A otras horas 40 - 60 km/h
- 4.- Número de carriles de circulación
a. En doble sentido 10 máximo
6 mínimo
b. En un sentido 8 máximo
5 mínimo
- 5.- Anchura de los carriles de circulación
a. Carril derecho 3.60 m fijo
b. Otros carriles 3.30 m máximo
3.00 m mínimo
- 6.- Anchura de los carriles de estacionamiento 2.50 m

- 7.- Anchura de la faja separadora
central física o pintada 10.00 máxima
6.00 mínima
En casos especiales por limitación del derecho
de vía se podrá dar un mínimo de 4.50 m
- 8.- Anchura de los carriles de
aceleración, desaceleración y
vuelta izquierda. 3.50 m fijo
- 9.- Anchura de las aceras 5.00 m máxima
3.50 m mínima
- 10.- Anchura del derecho de vía
- a. Dos sentidos
- Carriles
- | | |
|----|---------|
| 10 | 58.60 m |
| 6 | 37.20 m |
- b. Un sentido
- Carriles
- | | |
|---|---------|
| 8 | 41.70 m |
| 5 | 27.60 m |
- 11.- Pendiente longitudinal máxima
- a. En tramos largos 5% (longitud máxima
650 m)
- b. En tramos cortos 7% (400 m como máximo)
- 12.- Radios mínimos en las esquinas
de las intersecciones 4.5 - 7.5 m
- 13.- Espaciamiento entre vías principales

Area de la ciudad	Espaciamiento entre vías principales	Tiempo del ciclo en seg	Velocidades en km/h
Centro comercial	200 a 400	60 a 90	25 - 15
Perimetral al centro			
Comercial	400 a 800	60 a 90	50 - 35
Suburbano	800 1600	90	70

- 14.- Capacidad promedio por carril de circulación en intersección con semáforos 500 - 800 veh/h
- 15.- Volúmenes de servicio para una estimación inicial del número de carriles y una velocidad de proyecto de 65 km/h - 300 veh/h y considerando que existe estacionamiento y 45% de tiempo de verde.

Calles Colectoras.- Sirven para distribuir el tránsito entre las arterias y las Calles Locales. El sistema de Calles Colectoras se destina para los movimientos de tránsito de paso dentro de un área local y dar acceso a las propiedades.

En estas calles debe de tomarse las previsiones para alojar los movimientos de vueltas, estacionamiento, ascenso y descenso de pasaje y para carga y descarga de mercancía.

Características operacionales y geométricas

- 1.- Longitud recomendable Menos de 2 km
- 2.- Velocidad de proyecto 40 - 60 km/h
- 3.- Velocidad de operación
- a. En las horas de máxima demanda 30 km/h
 - b. A otras horas 30 - 55 km/h
- 4.- Número de carriles de circulación
- a. En doble sentido 4 máximo
2 mínimo
 - b. En un sentido 4 máximo
2 mínimo
- 5.- Anchura de los carriles de circulación
- a. Carril derecho 3.60 m fijo
 - b. Otros carriles 3.30 m máximo
3.00 m mínimo

6.- Anchura de los carriles para estacionamiento en cordón	2.50 m
7.- Anchura de las aceras	2.50 m máximo 2.00 m mínimo
8.- Anchura del derecho de vía	
a. Dos sentidos	32.80 m máximo 24.20 m mínimo
b. Un sentido	26.50 m máximo 17.60 m mínimo
9.- Pendiente longitudinal máxima	8%
10.- Radios mínimos en las esquinas de las intersecciones	4.5 - 7.5 m
11.- Distancia mínima de visibilidad de parada:	
a. Terreno plano (0% a 8% de pendiente transversal) y velocidad de proyecto de 60 km/h	75 m
b. Terreno ondulado (8% a 15% de pendiente transversal)	60 m
c. Terreno accidentado de más de 15% de pendiente transversal	45 m
12.- Radio de curvatura mínimo al eje de la curva:	
a. Terreno plano (0% a 8% de pendiente transversal)	104.20 m
b. Terreno ondulado (8% a 15% de pendiente transversal)	67.40 m
c. Terreno accidentado (más del 15% de pendiente transversal)	45.00 m
13.- Pendiente longitudinal máxima	
a. Terreno plano	4%
b. Terreno ondulado	8%
c. Terreno accidentado	12%

14.- Espaciamiento entre calles colectoras

Para dar cabida a los movimientos intermedios entre el tránsito local y el de paso o viceversa, se recomienda que las calles colectoras estén espaciadas de 400 a 750 m

15.- Capacidad promedio de cada uno de los carriles de circulación en intersecciones a nivel con semáforos 300 a 500 veh/h

16.- Volúmenes de servicio para una estimación inicial del número de carriles 200 veh/h, con estacionamiento y 30% de tiempo de verde.

Calles Locales.- Se utilizan para el acceso directo a las propiedades y deben estar conectadas con el sistema de Calles Colectoras. El movimiento de paso debe evitarse por estas calles, ya que de otra manera se demerita su función.

Características operacionales y geométricas

1.- Longitud recomendable	Menos de 800 m
2.- Velocidad de proyecto	30 - 50 km/h
3.- Velocidad de operación	
a. En las horas de máxima demanda	15 km/h
b. A otras horas	15 - 30 km/h
4.- Número de carriles de circulación	
a. En doble sentido	4 máximo 2 mínimo
b. En un sentido	4 máximo 2 mínimo
5.- Anchura de los carriles de circulación	3.00 m fijo
6.- Anchura de los carriles para estacionamiento en cordón	3.50 m
7.- Anchura de las aceras	2.50 m máxima 2.00 m mínima

8.- Anchura del derecho de vía	
a. Dos sentidos	16.00 m máxima 12.50 m mínima
b. Un sentido	16.00 m máxima 12.50 m mínima
Con estacionamiento en un solo lado	
9.- Pendiente longitudinal máxima	12 - 15%
10.- Radio mínimo en las esquinas de las intersecciones:	
a. Calle Local con Calle Local	4.50 m
b. Calle Local con Calle Colectora	7.50 m
11.- Angulos de las intersecciones	90° 75 - 90° en casos especiales
12.- Pendiente longitudinal máxima	
a. Terreno plano	4%
b. Terreno ondulado	8%
c. Terreno accidentado	15%
13.- Longitud máxima para calles cerradas	150 m
14.- Radio mínimo en calles cerradas	15 m

4.- Capacidad Vial.

Según la definición generalmente aceptada; es el número máximo de vehículos que pueden circular por un camino o carril durante un período de tiempo determinado y bajo las condiciones prevalecientes tanto del propio camino como de la operación del tránsito.

La capacidad normalmente no puede ser excedida sin cambiar uno ó más de las condiciones prevalecientes.

4.1.- Condiciones prevalecientes.

Este término se refiere a las condiciones del camino en un momento dado. Las condiciones prevalecientes consideradas en el análisis de capacidad y niveles de servicio se clasifican en dos grupos generales: condiciones establecidas por las características físicas del camino y condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito.

Las primeras, se refieren fundamentalmente a las características del alineamiento horizontal, vertical y al número y anchura de los carriles de circulación.

Las segundas, son aquellas condiciones relativas a la composición, distribución direccional y fluctuaciones del tránsito en el tiempo.

Existen además otras condiciones de carácter ambiental como son la lluvia, el calor, el frío, etc., cuyo efecto en la capacidad no ha sido posible cuantificarlas.

El propósito que generalmente se sigue al realizar el estudio de la capacidad de calles y caminos es el de determinar la calidad del servicio que presta cierto tramo o componente de una arteria.

4.2.- Nivel de servicio.

Es un término que denota un número de condiciones de operación diferentes que pueden ocurrir en un carril o un camino dado, cuando aloja varios volúmenes de tránsito. Es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad, la comodidad y los costos de operación.

Un determinado carril o camino puede proporcionar un rango muy amplio de niveles de servicio. Los diferentes niveles de servicio de un camino específico son función del volumen y composición del tránsito, así como de las velocidades que puedan alcanzarse en ese camino.

Un carril o camino proyectado para un determinado nivel de servicio, en realidad operará a muchos niveles, conforme varía el volumen durante una hora, durante diferentes horas del día, durante días de la semana, durante períodos del año y aún durante diferentes años, con el crecimiento del tránsito.

Cada nivel de servicio debe considerarse como un rango de condiciones de operación limitado por los valores de la velocidad durante el recorrido y por las relaciones v/c .

El concepto general se muestra en la figura 1.

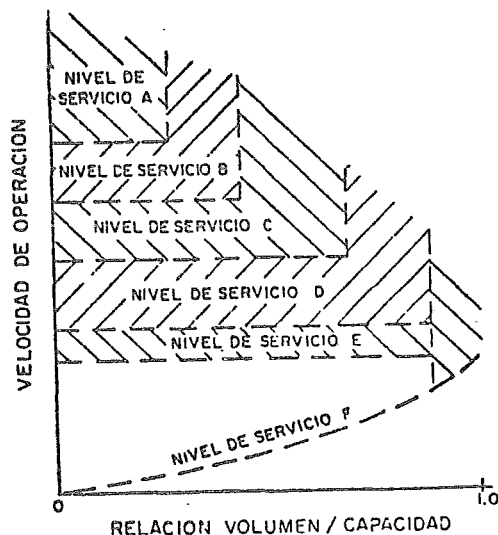


FIGURA 1 CONCEPTO GENERAL DE LOS NIVELES DE SERVICIO

Se distinguen seis niveles de servicio para la cuantificación de las condiciones existentes al variar la velocidad y los volúmenes de tránsito en un camino. Los niveles de servicio designados con las letras de la A a la F, del mejor al peor, comprenden la clasificación total de las condiciones 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 restricción en las maniobras ocasionadas por la presencia de otros vehículos; los conductores pueden mantener las velocidades deseadas con escasa o ninguna demora.

M-0028642

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 restricciones 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 pro-

ducen 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 volúmen, pueden descender a cero.

4.3.- Volúmen de servicio.

A cada nivel de servicio le corresponde un volúmen de tránsito, al cual se le llama Volúmen de Servicio para ese nivel. Por lo tanto, puede definirse el volúmen de servicio, como el máximo número de vehículos que pueden circular por un camino durante un período de tiempo determinado, bajo las condiciones de operación correspondientes a un seleccionado nivel de servicio. El volúmen de servicio máximo equivale a la capacidad y lo mismo que ésta, los volúmenes de servicio se expresan normalmente como volúmenes horarios.

4.4.- Factores que afectan la capacidad y el volúmen de servicio.

Cuando las condiciones de un camino son ideales, la capacidad o el volúmen de servicio a un nivel dado, son máximos. A medida que las condiciones del camino se alejan de las ideales, la capacidad o el volúmen de servicio se reducen. En consecuencia, en la mayoría de los caminos se tienen que aplicar factores de ajuste a la capacidad o al volúmen de servicio, en condiciones ideales. Estos factores pueden dividirse en dos categorías: factores relativos al camino y factores relativos al tránsito.

Estos factores se describen a continuación:

- 1.- Anchura de los carriles de circulación. Los carriles de 3.65 m tienen menos capacidad en condiciones de circulación continua.
- 2.- Distancia a obstáculos laterales. Los obstáculos laterales tales como muros, postes, árboles, señales, estribos de pasos a desnivel, parapetos de puentes y vehículos estacionados que se encuentren en menos de 1.80 m de la orilla de un carril de tránsito, reducen la anchura efectiva de ese carril.
- 3.- Efecto combinado de la anchura y la distancia a obstáculos laterales. Dado que los obstáculos laterales y la anchura de carril producen efectos semejantes, en la práctica puede considerarse el efecto combinado de ambos elementos.
- 4.- Alineamiento horizontal y vertical. El nivel de servicio depende de la velocidad de operación y ésta a su vez, de la velocidad de proyecto. A velocidades de proyecto de 110 km/h, es decir, bajo condiciones ideales del alineamiento horizontal y vertical, se pueden alcanzar todos los niveles de servicio. Conforme la velocidad de proyecto disminuye, lo que equivale a tener restricciones en los alineamientos, no pueden alcanzarse los niveles de servicio más altos debido a que la velocidad de operación también disminuye.
- 5.- Vehículos pesados en combinación con pendientes longitudinales. Los vehículos pesados (camiones y autobuses), al circular por una pendiente ascendente, puede reducir la capacidad de un camino. Cada camión desplaza a varios vehículos ligeros en circulación; a este número de vehículos se le llama "vehículos ligeros equivalentes". En terreno plano donde los camiones circulan a velocidades semejantes a los de los vehículos ligeros, un camión equivale a dos vehículos ligeros.

En pendientes ascendentes, el número de vehículos ligeros equivalentes varía ampliamente dependiendo de lo pronunciado y de la longitud de la pendiente, así como del número de carriles.

4.5.- Selección del volúmen horario proyecto.

Los volúmenes de tránsito horarios en un camino acusan una distribución muy amplia durante el año y por regla general, son pocas las horas del año con altas concentraciones vehiculares. Proyectar un camino para un volúmen horario medio sería inadecuado, puesto que durante la mayor parte de las horas del año su capacidad sería insuficiente. Proyectarlo para el volúmen horario máximo significaría que su capacidad estaría excedida durante todas las horas del año excepto una, lo cual no es aceptable económicamente.

El volúmen que se seleccione debe ser un valor intermedio, basado en un análisis comparativo entre el servicio que desea proporcionarse y el costo.

En general, se recomienda como volúmen horario de proyecto, el comprendido entre la 30a y la 70a hora máxima del año. Comunmente se utiliza el volúmen de la 30ava hora estimada a futuro, para fines de proyecto. Esto es necesario y conveniente porque el volúmen de proyecto de la 30ava hora, según experiencias obtenidas es aproximadamente el 60% del volúmen de la hora de máximo volúmen en zona urbana y el 68% en carretera troncal. También la 30ava hora de máximo volúmen representa del 18% al 23% del volúmen de tránsito diario promedio en zona rural y del 8% al 14% en zona urbana. Esto significa un ahorro considerable en el proyecto de la sección transversal con un buen criterio en la selección del volúmen horario pronosticado.

III.- ANTEPROYECTO GEOMETRICO

Es el resultado del levantamiento topográfico y del conjunto de estudios, para plasmar en los planos obtenidos de éstos levantamientos las posibles soluciones.

Hay necesidad de plantear varias alternativas de solución en forma bosquejada y analizar su funcionamiento.

De este estudio de anteproyecto se eliminan aquellos cuyo funcionamiento es deficiente, pero que la idea de forma puede ayudarnos para mejorar las demás alternativas.

1.- Introducción.

Aquí en la Ciudad de México todas las intersecciones de calles importantes presentan día con día un constante congestionamiento de los vehículos. Esta situación es ocasionada por el gran aumento en el número de vehículos circulantes por las avenidas, aunado a lo insuficiente de las calles para alojar determinado volumen para su desplazamiento, creando con esto problemas al conductor, al automóvil, así como al peatón.

De lo anterior se desprende que las avenidas no pueden aumentar su capacidad al mismo ritmo que aumenta el número de vehículos, por lo que se producen retardos por congestionamiento y debido al alto mantenimiento del vehículo se traduce éste en pérdidas económicas.

Para solucionar los problemas anteriormente expuestos, se presentan o elaboran anteproyectos avocados a todos los problemas relacionados con el conductor, el vehículo así como el peatón. Obteniéndose soluciones que deban adaptarse principalmente a las condiciones del lugar, así como al aspecto económico que es sumamente importante.

2.- Localización.

El acceso al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México "Beni-

to Juárez", se encuentra ubicado con respecto al proyecto de ampliación del Circuito Interior entre los entronques de Hangares y Quetzalcoatl.

Esta intersección se encuentra situada al oriente de la Ciudad de México, en la colonia Peñon de los Baños, siendo ésta una de las más importantes dentro del proyecto de ampliación del Circuito Interior, porque permitirá la entrada y salida de los vehículos en el Aeropuerto Internacional.

Las avenidas que confluyen a la intersección y que hasta el momento dan servicio en el Acceso al Aeropuerto, a saber son:

La Avenida Puerto México, la Avenida Puerto Municipal y el propio Circuito Interior.

A continuación se detallarán cada una de las avenidas citadas:

Avenida Puerto México.- Esta avenida se encuentra ubicada en la parte oriente del entronque y por ella tienen accesos los vehículos procedentes del Aeropuerto Internacional, así como también de la Colonia Peñon de los Baños, es la única avenida que da servicio de salida y que los comunica con el Circuito Interior.

Avenida Puerto Municipal.- Al igual que la avenida Puerto México, se encuentra localizada en la parte oriente de la intersección, esta avenida da servicio de entrada a los vehículos procedentes del Circuito Interior y que los comunica con el Aeropuerto Internacional.

Circuito Interior.- Es la avenida que actualmente tiene preferencia de paso y que se comunica en su totalidad con las áreas de desarrollo, de norte a sur y de oriente a poniente de la Ciudad de México.

Se comprende el porqué es una de las que más tránsito tienen, además es la única que permite la comunicación con el Aeropuerto Internacional.

Esta intersección tiene como área de influencia a las siguientes colonias, distribuidas por su orientación cardinal.

Al Norte - Peñon de los Baños, Pensador Mexicano, Unidad San Juan de Aragón.

Al Sur - Federal, V. Gómez Farias.

Al Este - Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México "Benito Juárez".

Al Oeste - Moctezuma, Progresista.

FECHA:

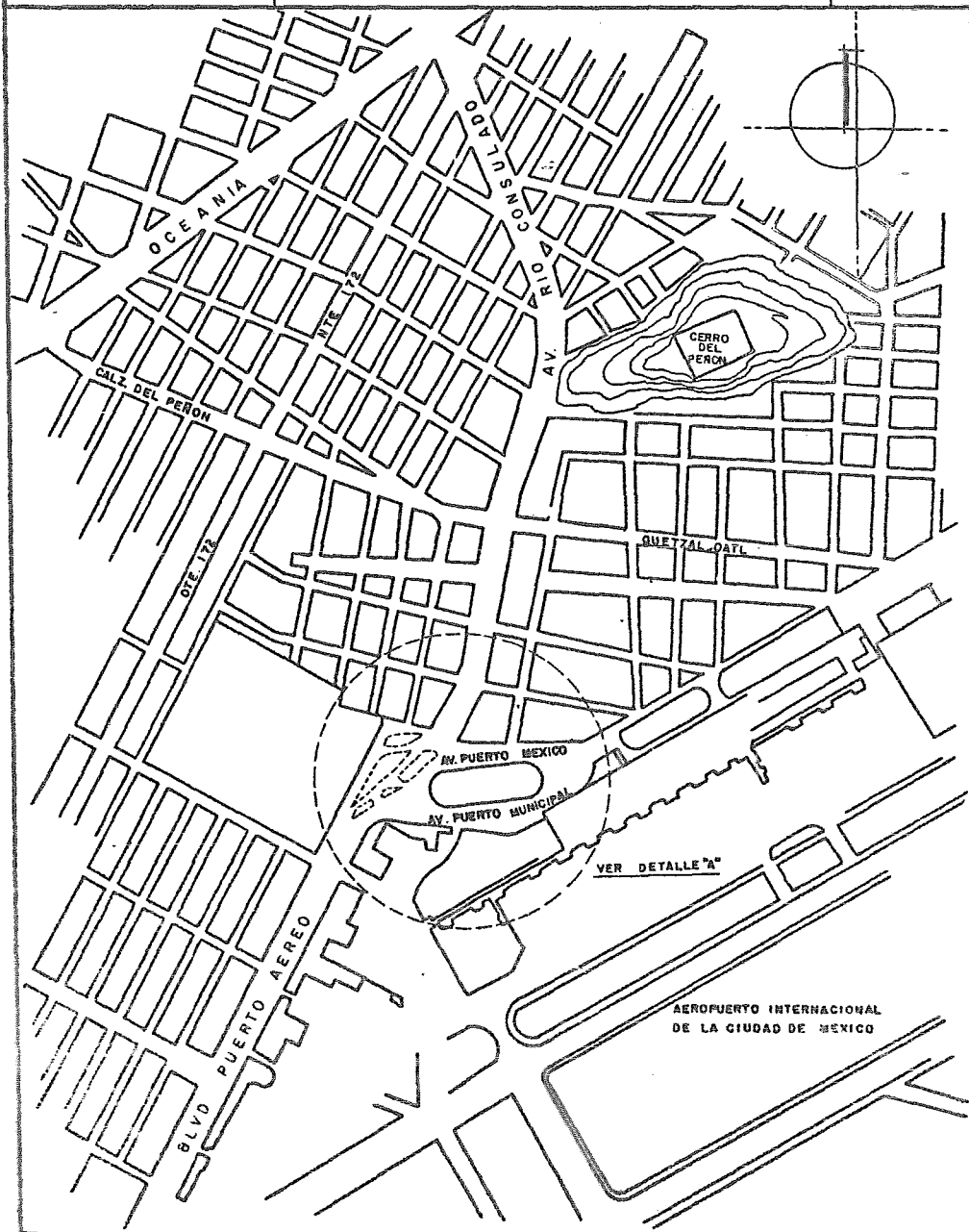
PROYECTO N°:

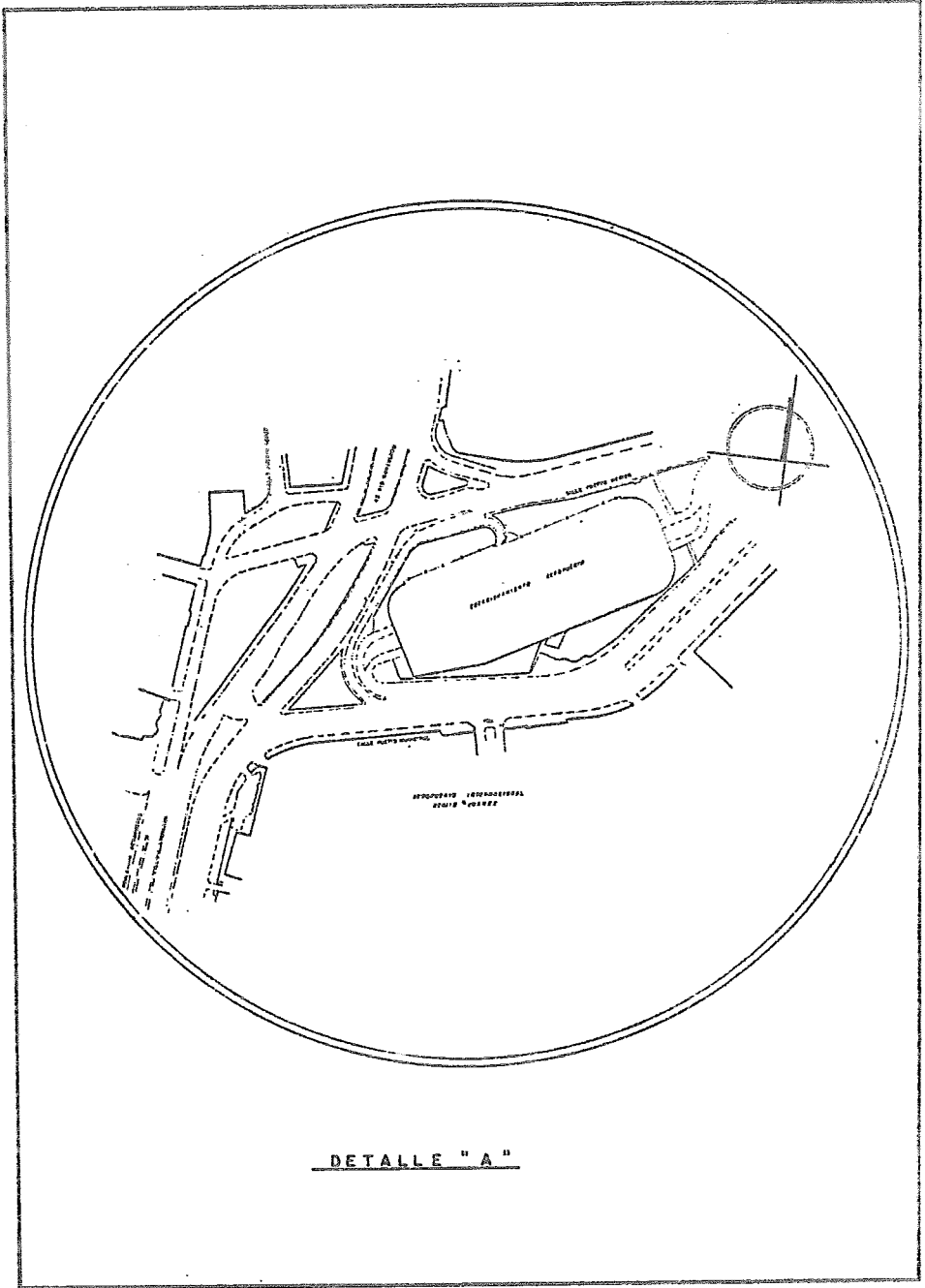
HOJA:

DESCRIPCION:

LOCALIZACION REGIONAL

CALCULO:





DETALLE "A"

3.- Datos de Apoyo

Fué necesario llevar a cabo una serie de estudios, cuyo resultado proporcionará los índices básicos y el nivel de servicio que existe en esta zona.

Todos los datos que puedan ayudar a una solución satisfactoria de la confluencia de las avenidas que nos ocupa deben ser recopilados y presentarse en forma clara, pues de ello depende el aprovechamiento de las condiciones existentes y por ende una solución adaptable al lugar.

Los datos más importantes en la elaboración del anteproyecto geométrico son:

- 1.- Factores de Planeación
- 2.- Características Físicas
- 3.- Restricciones y Requerimientos
- 4.- Características Operacionales.

3.1.- Factores de planeación.

Si entendemos como planeación la acción de fijar objetivos y metas, para los cuales se requiere determinar estructuras y prioridades, tanto - como asignar recursos, responsabilidades y tiempo de ejecución, la planeación debe prever la coordinación de las acciones necesarias para obtener los óptimos resultados en todas las actividades que conformen un proyecto.

Para este proyecto los elementos de planeación se dieron como sigue:

a) Objetivos Generales.

Lograr mediante un distribuidor vial la mayor continuidad de los flujos vehiculares en la intersección de las avenidas Pto. México y Pto. Municipal con el Circuito Interior.

Incorporar el Circuito Interior y dichas avenidas al sistema clasificado de calles de la ciudad, para lograr la integración territorial de las zonas aledañas al distribuidor.

Llegar con proyecto a una correspondencia adecuada, entre la estructura vial y los usos del suelo en la zona de influencia de la intersección.

3.2.- Características Físicas

El reconocimiento inicial de la situación física actual donde se encuentra alojada la intersección que se pretende modificar, es uno de los elementos de juicio importantes, pues permite ubicar los obstáculos y dificultades que presentarán las posibles alternativas.

La fotografía aérea que se anexa fué tomada en el mes de Abril de 1978 y muestra la disposición de la intersección a nivel, los arrollos que convergen y las condiciones de las construcciones aledañas.

Este reconocimiento se complementó con la siguiente información, consistente en:

- 1.- Uso del Suelo
- 2.- Dispositivos de Control de Tránsito Actual
- 3.- Iluminación Vial.

3.2.1.- Uso del Suelo

El objeto que se persigue con la realización de este estudio, es el de determinar cuál es el uso que se le está dando a los arrollos que componen el sistema vial existente.

Actualmente esta intersección está resuelta a nivel y los flujos vehiculares se controlan con semáforos, existiendo la posibilidad de hacer todos los movimientos deseados, sin embargo la dificultad que ello representa se hace evidente en los inevitables embotellamientos y retrasos.

Se elabora un plano a escala 1:500 del levantamiento topográfico realizado en el área de la intersección, con una simbología específica para tener mayor claridad de las condiciones físicas de las calles y arterias que componen el sistema vial, tales como: ancho y calidad de la superficie de rodamiento, carriles de incorporación, isletas de encauzamiento, así como también los centros generadores de tránsito, como son: las áreas de recreación, centros de trabajo, centros educativos, etc.

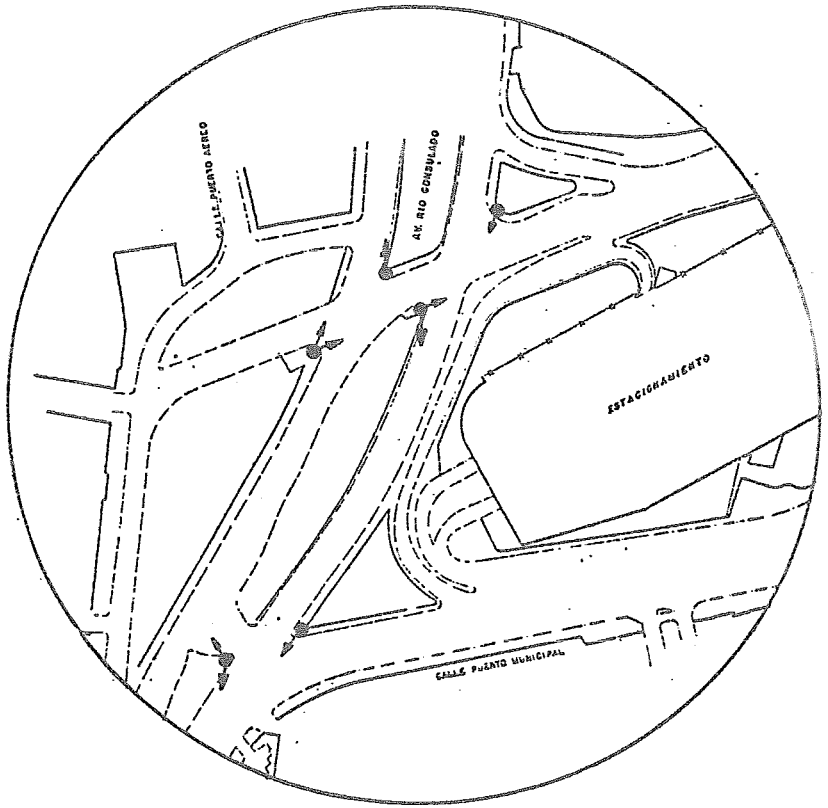
3.2.2.- Dispositivos de Control de Tránsito Actual

Constituyen, dentro de la estructura vial, uno de los elementos complementarios más importantes, ya que son de hecho el sistema de información que permite el adecuado funcionamiento de los flujos vehiculares.





Lo antes dicho se basa en cada una de las señales de piso, verticales ó semáforos y resúmen los requerimientos mínimos necesarios para el correcto funcionamiento de la intersección.

El señalamiento que se tiene actualmente en ésta intersección no es del todo completo, presenta graves deficiencias para la orientación, canalización y el auxilio en general a los usuarios del camino.

En las figuras 1 y 2 se encuentra representada la localización de los dispositivos para el control del tránsito y la programación de los semáforos existentes en la intersección.



F A S E S DE LOS SEMAFOROS

	F A S E S			C I C L O
	A	B	B	
				80 SEG.
VERDE	40 SEG.	25 SEG.	35 SEG.	
AMBAR	2 SEG.	3 SEG.	2 SEG.	

3.2.3.- Iluminación Vial

Durante la noche el conductor tiene que contrarrestar tres grandes dificultades visuales:

- 1.- Observar la vía sin que le deslumbren los faros de los vehículos que se cruzan con él u otras luces
- 2.- Recobrase de los efectos de las luces después de que pasen éstos
- 3.- Ver con muy poca iluminación.

La iluminación define las características geométricas del camino, así como las obstrucciones en y cerca de la calzada, tales como: isletas canalizadoras, pilas de puentes y automóviles estacionados. Permite que el conductor vea a los peatones en las calles, más allá de lo que iluminan la luz de los faros de su vehículo e incluso antes de que el peatón invada la calzada, así también ayuda al peatón al iluminar los posibles obstáculos a lo largo de la banqueta.

La experiencia muestra que el índice de siniestralidad es tres veces mayor en la noche que en el día, a pesar de que el tránsito en las horas nocturnas es aproximadamente igual a un tercio del volumen del tránsito. Y se ha demostrado que la iluminación de la vía contribuye a un mejor uso del ancho de la calzada, consecuentemente incrementa la capacidad de la misma.

3.3.- Restricciones y requerimientos.

En cualquier proyecto geométrico que se elabore para modificar la estructura urbana de una ciudad, se presentan en general restricciones y requerimientos por parte de las autoridades encargadas de la administración de la ciudad. En este caso es el Departamento del D.F., y más particularmente la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, quien estableció los lineamientos, las restricciones y requerimientos, que deben cumplirse en el proyecto.

Entre las condiciones están:

- 1.- La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es prioritaria.
- 2.- Las paradas y los cambios apreciables de velocidad se eliminan para el tránsito directo.
- 3.- El tránsito directo del Circuito Interior circule en forma continua.

- 4.- La circulación de las avenidas importantes que cruzan el Circuito Interior se hará a desnivel.
- 5.- La distancia de visibilidad debe ser considerada en todos los casos, para comprobación de curvas verticales y curvas horizontales.
- 6.- Debe procurarse un alineamiento uniforme, que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que deberán evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente a tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas.
- 7.- Debe evitarse el uso de curvas inversas que presenten cambios de dirección rápida, pues dichos cambios hacen difícil al conductor mantenerse en su carril, las curvas inversas deberán proyectarse con una tangente intermedia, la cual permite que el cambio de dirección sea suave y seguro.
- 8.- El perfil longitudinal deberá proyectarse lo más apegado al terreno natural, tratando de salvar únicamente el galibo vertical de la estructura, para que no se tengan fuertes volúmenes de terracería.
- 9.- La pendiente permisible en tramo tangente no se debe considerar

mayor al 7% para subidas, ni mayores al 8 % para pendientes de bajadas.

10.- La pendiente longitudinal mínima para permitir el drenaje será 0.25 %.

11.- Para dar la sobreelevación en curvas, no se podrán dar pendientes transversales mayores al 6%. La pendiente transversal mínima que se requiere para los escurrimientos pluviales será de 2 %

12.- Se deberá respetar la elevación de los paramentos actuales para no dejarlos hundidos, ni dejar banquetas muy altas.

13.- Evitar en la medida de lo posible aumentar las afectaciones a las propiedades colindantes.

3.4.- Características Operacionales

En el caso de mejoramiento de una red vial o intersección urbana se deberán obtener los siguientes datos operacionales:

- 1.- Volúmenes de Tránsito
- 2.- Demoras en Intersecciones
- 3.- Inventario de los Accidentes de Tránsito
- 4.- Condiciones de Estacionamiento
- 5.- Uso del Transporte Público

3.4.1.- Volúmenes de tránsito.

Es claro que un proyecto vial nace de la necesidad de mejorar las condiciones con que funciona una intersección o una calle particularmente importante, para la satisfacción de los traslados en una ciudad.

Es posible entonces plantear mejoras que al término de una secuencia dejen integrada una solución óptima; de otro modo, la solución completa se puede realizar de inmediato y proporcionar condiciones de funcionamiento, que al llegar al horizonte de proyecto final, operará en las condiciones previstas.

Con el fin de conocer los flujos vehiculares en esta intersección y dar la complejidad de los movimientos que se realizan, fué necesario aforar exhaustivamente los volúmenes de tránsito en todas las direcciones.

La aplicación de los volúmenes se realizó durante los días 17 y 19 de Marzo y 4 y 7 de Abril de 1978, habiéndose determinado como hora de máxima demanda el período de las 8:00 a las 9:00 horas de la mañana.

Los resultados del aforo se resúmen en la tabla No. 1, estos datos sirvieron de base para el pronóstico de los volúmenes direccionales para los años de 1980, 1985, 1990 y 1993, los cuales permiten observar las variaciones de la demanda del tránsito en la intersección.

Los datos calculados para 1993 (con una tasa de crecimiento de 7 % - anual) fueron los que se consideraron los más adecuados para ser usados como volúmen horario de proyecto.

La asignación de volúmenes de tránsito para 1993, se calculó con la - expresión:

$$\text{VHP}_{1993} = K \times P \times D \times \text{TPD}_{1978}$$

Considerando la zona como una combinación de zona residencial y comercial los factores son:

K = Factor de conversión de volúmenes promedio diario anual a volúmen horario de proyecto; 10 %

P = Factor de pronóstico de Tránsito; 2.759

D = Factor direccional de distribución de movimientos; 67 %

Este método fué aplicado para todos los años de pronóstico y para todos los flujos posibles en la intersección. Los valores obtenidos se resúmen en las tablas siguientes y su representación gráfica se da en los - diagramas que corresponden.

GRAFICA DE VOLUMENES DE TRANSITO ACTUALES Y FUTUROS EN RELACION CON EL AÑO DE OCURRENCIA CONFORME UNA TAZA DE CRECIMIENTO

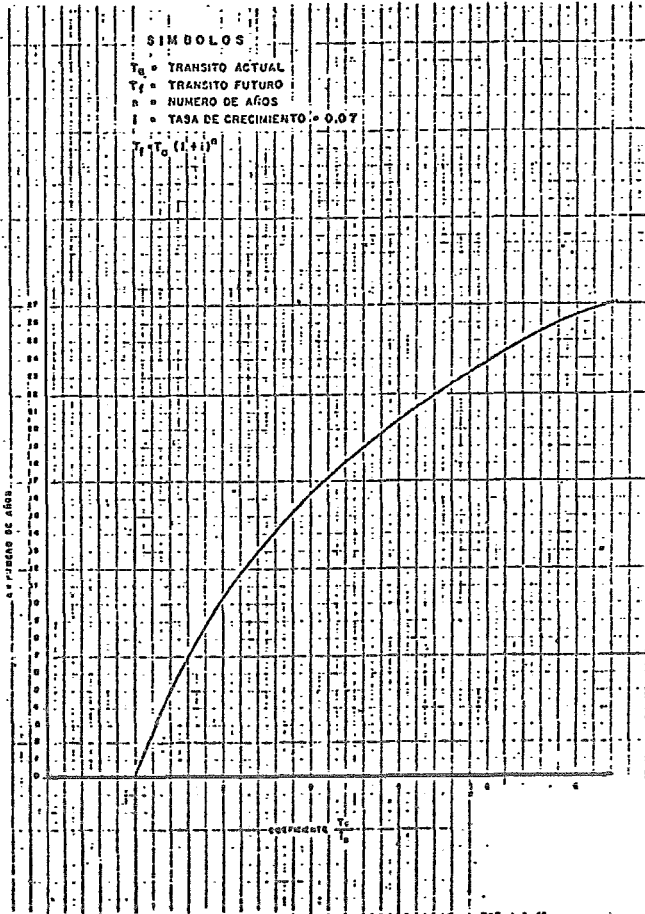
SIMBOLOS

- T_0 = TRANSITO ACTUAL
- T_f = TRANSITO FUTURO
- n = NUMERO DE AÑOS
- i = TASA DE CRECIMIENTO = 0.07

$$T_f = T_0 (1+i)^n$$

TABLA DE VALORES

AÑOS	T_f / T_0
0	100
1	107
2	115
3	123
4	131
5	140
6	150
7	161
8	172
9	184
10	197
11	211
12	226
13	241
14	258
15	276
16	295
17	315
18	336
19	358
20	382
21	408
22	435
23	464
24	495
25	528
26	563
27	601
28	641



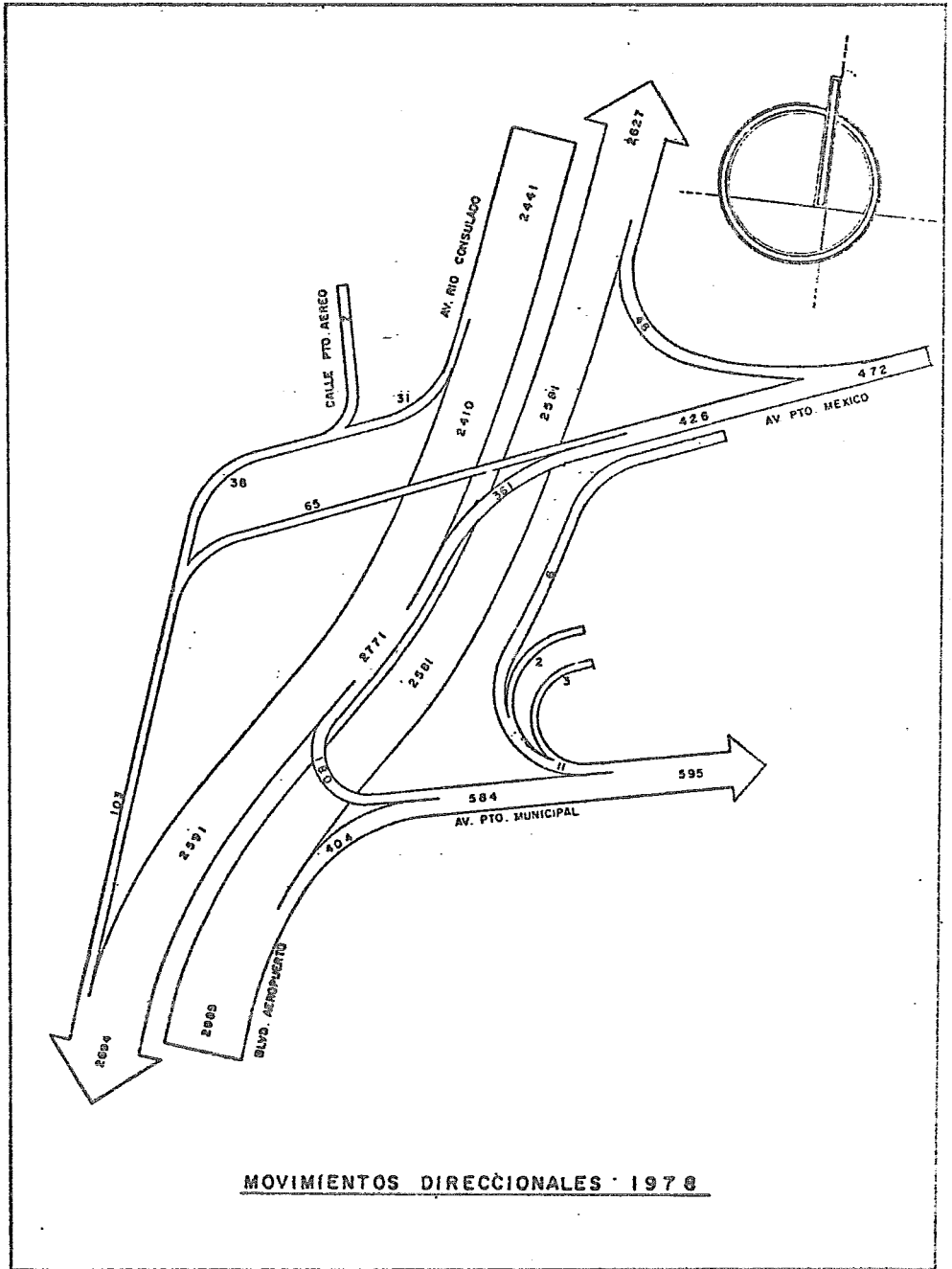
AÑOS DE ABOG.

TOTAL DE ENTRADAS	103	2985	472	2441	7	11	6019
-------------------	-----	------	-----	------	---	----	------

SALIDAS	AV. RIO CONSULADO NTE.		258	46			2627
	AV. PTO. MEXICO						
	BLVD. AEROPUERTO SUR	103		341	2250		2694
	AV. PTO. MUNICIPAL		404	20	160	11	595
	LAT. BLVD. AEROPUERTO N.			65	31	7	103

LAT. BLVD. AEROPUERTO N.							
AV. PTO. MUNICIPAL							
BLVD. AEROPUERTO SUR							
AV. PTO. MEXICO							
AV. RIO CONSULADO NTE.							
CALLE PTO. AEREO							
LAT. ESTACIONAMIENTO							
ENTRADAS							TOTAL DE SALIDAS

VOLUMENES DIRECCIONALES 1978



MOVIMIENTOS DIRECCIONALES 1978

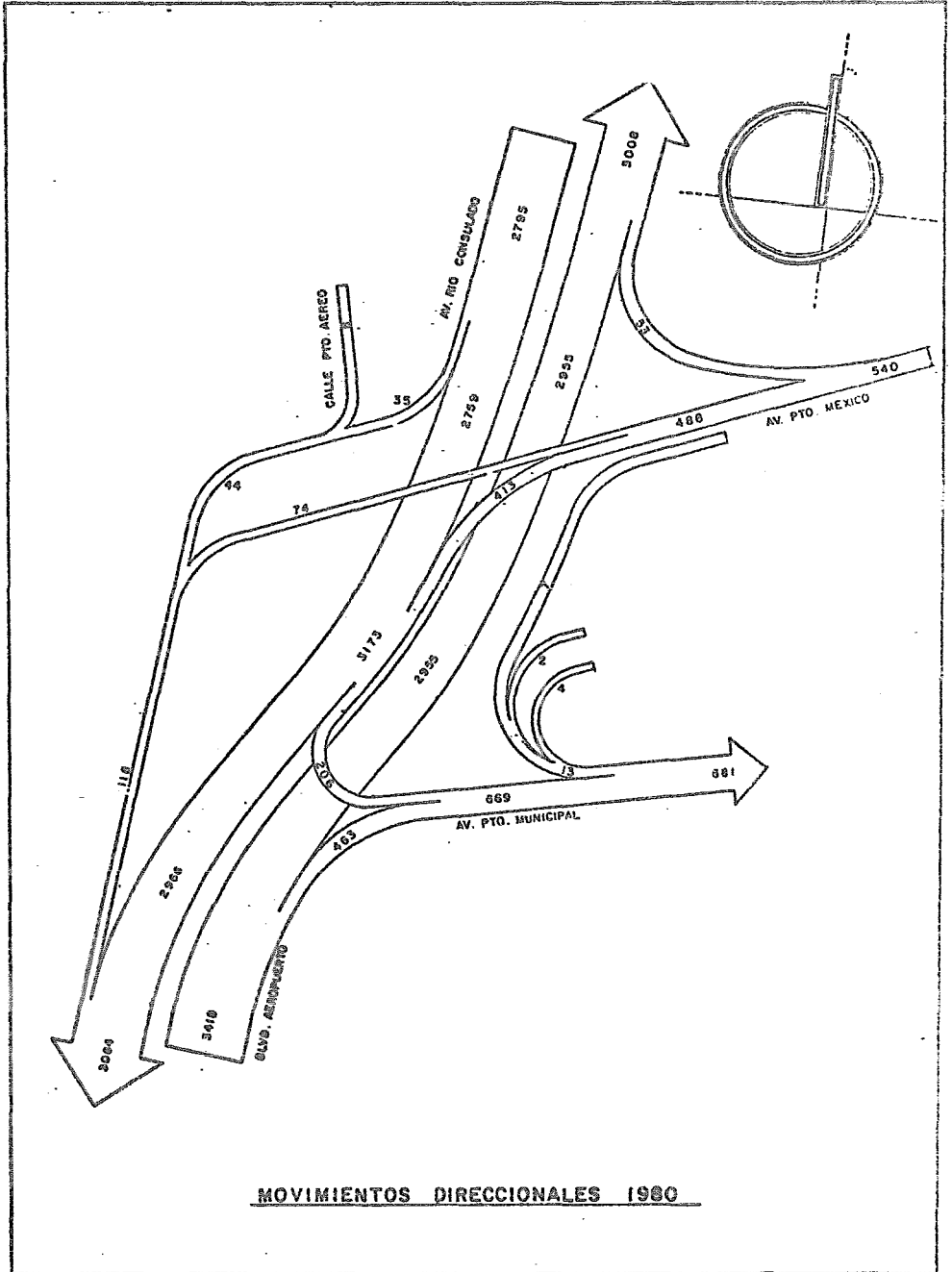
TOTAL DE ENTRADAS	118	3418	540	2795	8	13	6891
-------------------	-----	------	-----	------	---	----	------

SALIDAS	AV. RIO CONSULADO NTE.		2955	53			3008
	AV. PTO. MEXICO						
	BLVD. AEROPUERTO SUR	118		390	2576		3084
	AV. PTO. MUNICIPAL		463	23	183	13	681
	LAT. BLVD. AEROPUERTO N.			74	35	8	118

LAT. BLVD. AEROPUERTO N.	
AV. PTO. MUNICIPAL	
BLVD. AEROPUERTO SUR	
AV. PTO. MEXICO	
AV. RIO CONSULADO NTE.	
CALLE PTO. AEREO	
LAT. ESTACIONAMIENTO	
TOTAL DE SALIDAS	

ENTRADAS

VOLUMENES DIRECCIONALES 1980



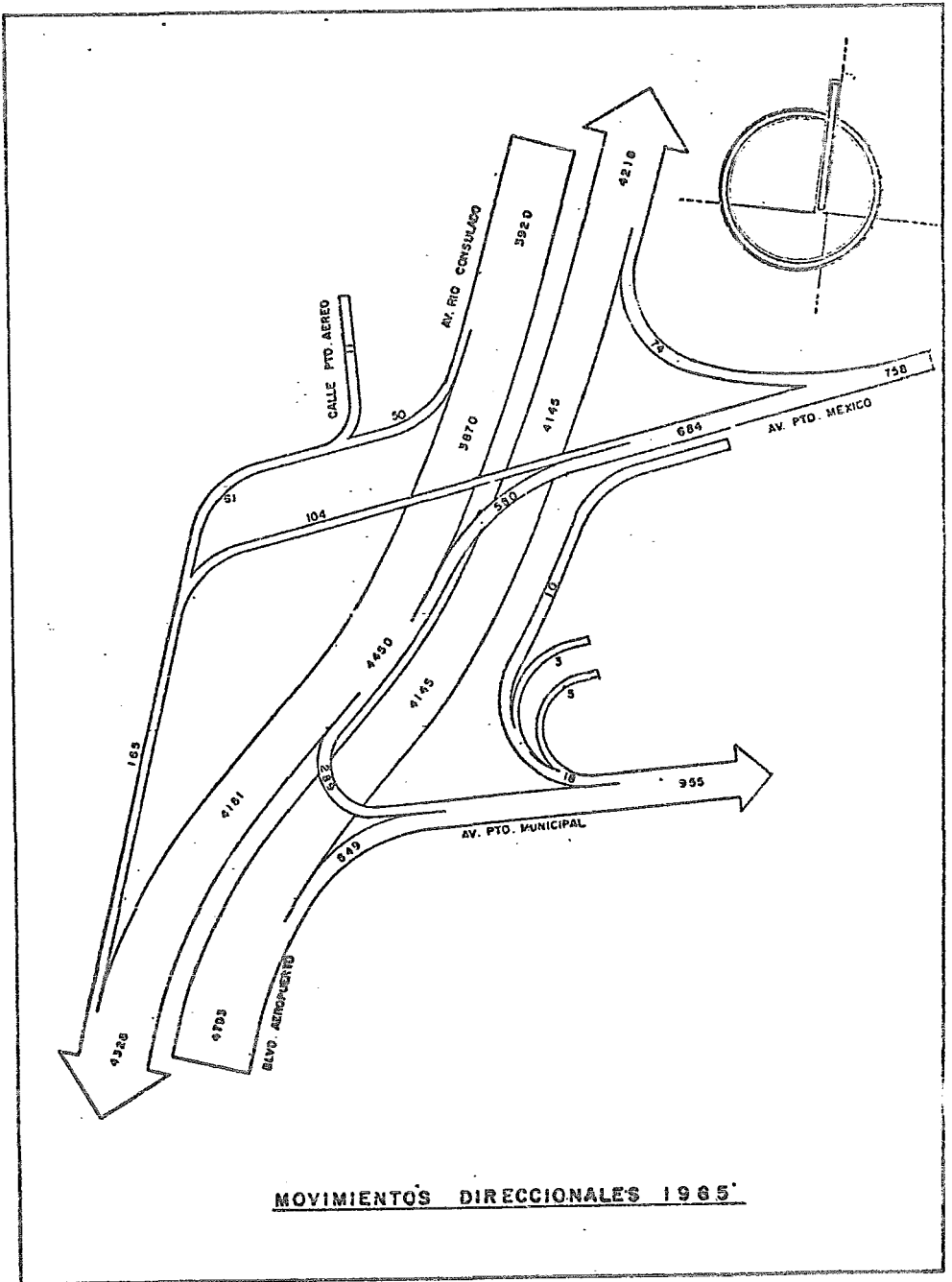
MOVIMIENTOS DIRECCIONALES 1980

TOTAL DE ENTRADAS	165	4793	758	3920	11	18	9665
-------------------	-----	------	-----	------	----	----	------

SALIDAS	AV. RIO CONSULADO NTE.		4145	74			4218
	AV. PTO. MEXICO						
	BLVD. AEROPUERTO SUR	165		548	3613		4326
	AV. PTO. MUNICIPAL		649	32	257	18	955
	LAT. BLVD. AEROPUERTO N.			104	50	11	165

LAT. BLVD. AEROPUERTO N.	
AV. PTO. MUNICIPAL	
BLVD. AEROPUERTO SUR	
AV. PTO. MEXICO	
AV. RIO CONSULADO NTE.	
CALLE PTO. AEREO	
LAT. ESTACIONAMIENTO	
TOTAL DE SALIDAS	
ENTRADAS	

VOLUMENES DIRECCIONALES 1985.

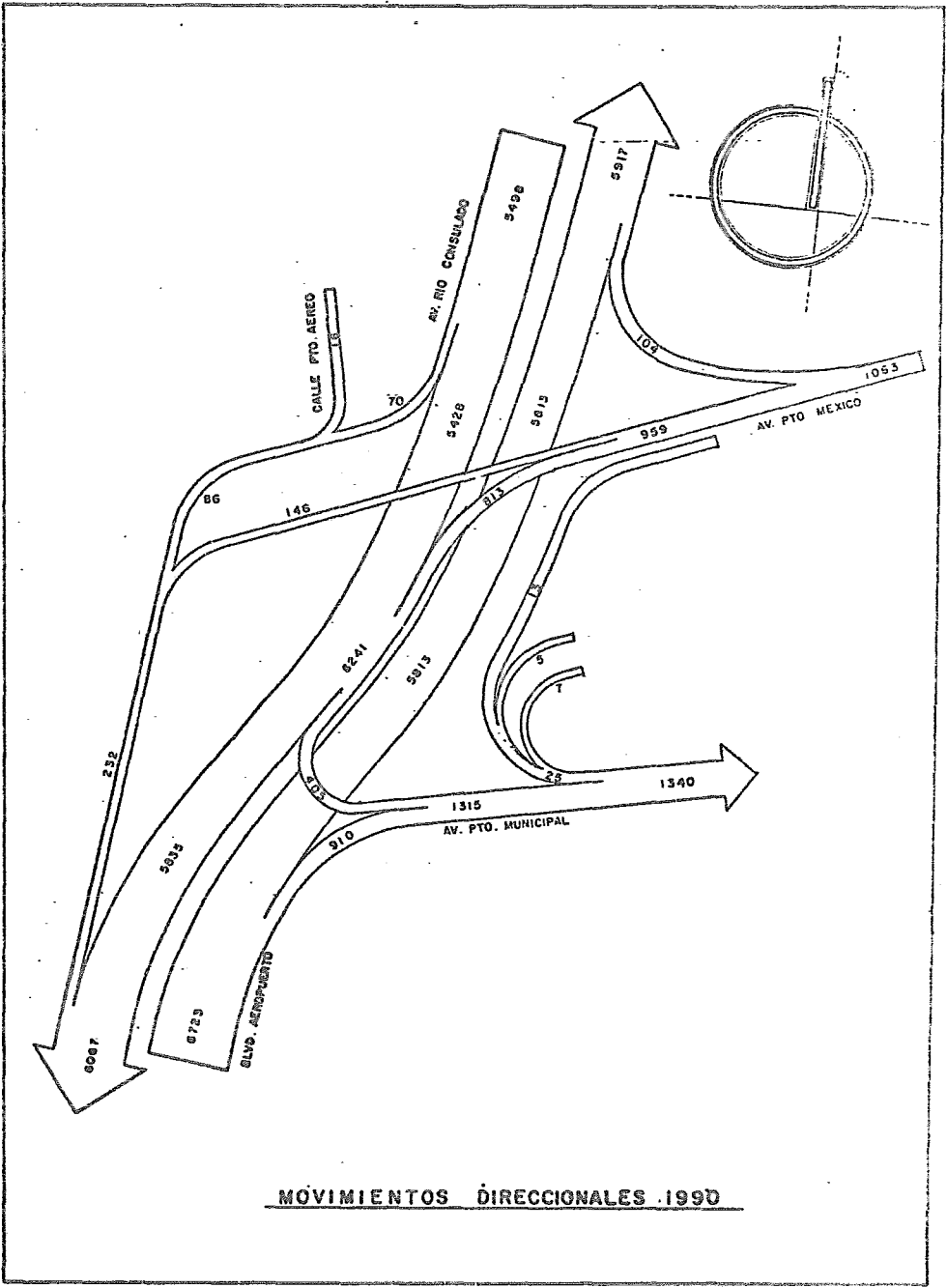


TOTAL DE ENTRADAS	232	5723	1063	5498	16	25	3558
-------------------	-----	------	------	------	----	----	------

SALIDAS	AV. RIO CONSULADO NTE.		5813	104			5917
	AV. PTO. MEXICO						
	BLVD. AEROPUERTO SUR	232		768	5067		6067
	AV. PTO. MUNICIPAL		910	45	360	25	1340
	LAT. BLVD. AEROPUERTO N.			146	70	16	232

LAT. BLVD. AEROPUERTO N.							
AV. PTO. MUNICIPAL							
BLVD. AEROPUERTO SUR							
AV. PTO. MEXICO							
AV. RIO CONSULADO NTE.							
CALLE PTO. AEREO							
LAT. ESTACIONAMIENTO							
TOTAL DE SALIDAS							
ENTRADAS							

VOLUMENES DIRECCIONALES 1990.



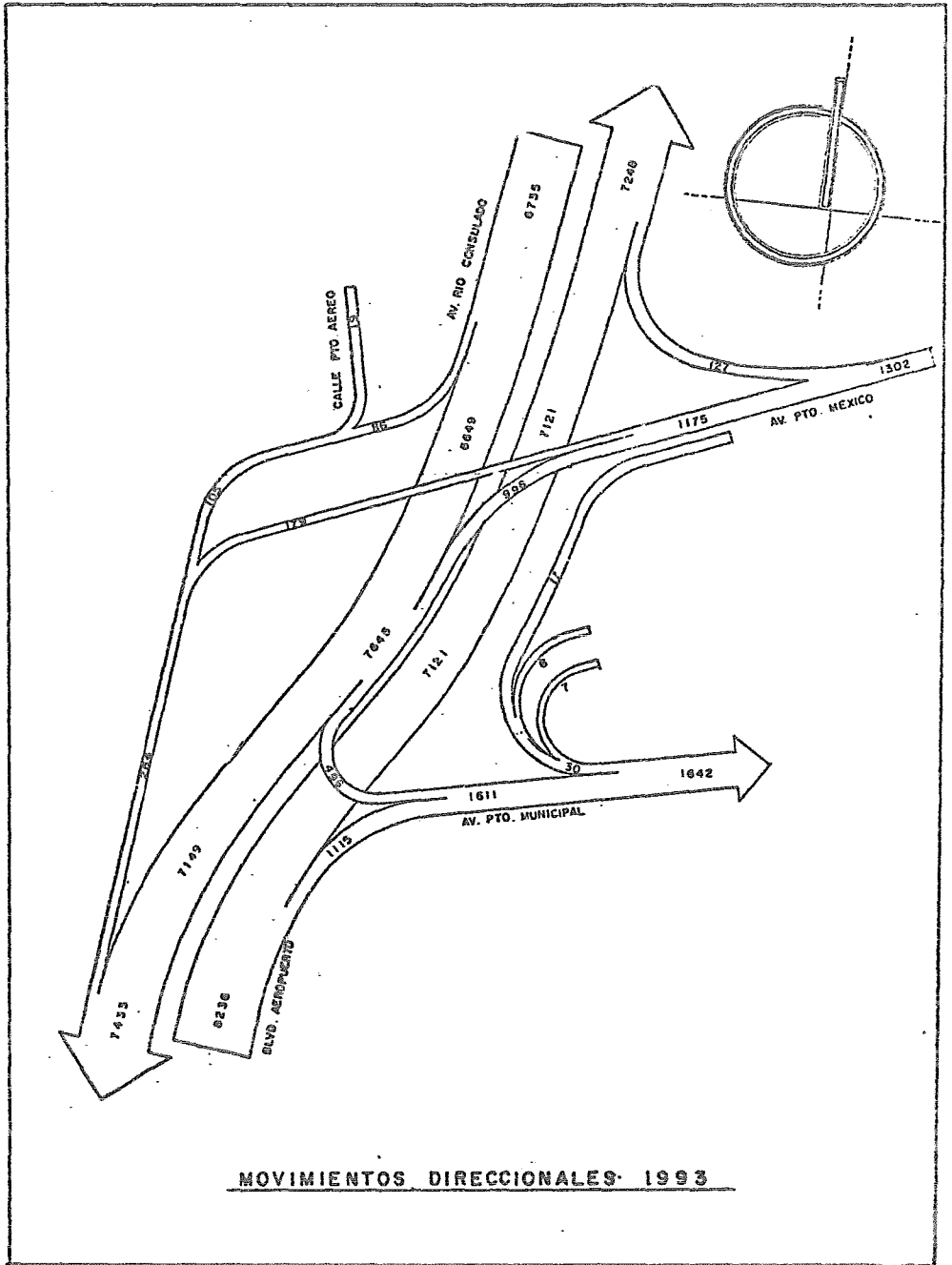
MÓVIMIENTOS DIRECCIONALES 1990

TOTAL DE ENTRADAS	284	8236	1302	6735	19	30	6607
-------------------	-----	------	------	------	----	----	------

SALIDAS	AV. RIO CONSULADO NTE.		7121	127			7248
	AV. PTO. MEXICO						
	BLVD. AEROPUERTO SUR	284		941	6208		7433
	AV. PTO. MUNICIPAL		1115	55	441	30	1642
	LAT. BLVD. AEROPUERTO N.			179	86	19	284

LAT. BLVD. AEROPUERTO N.							
AV. PTO. MUNICIPAL.							
BLVD. AEROPUERTO SUR							
AV. PTO. MEXICO							
AV. RIO CONSULADO NTE.							
CALLE PTO. AEREO							
LAT. ESTACIONAMIENTO							
TOTAL DE SALIDAS							
ENTRADAS							

VOLUMENES DIRECCIONALES 1993



MOVIMIENTOS DIRECCIONALES 1993

La observación de las tablas y los diagramas, permite concluir que aún con el bajo valor de la tasa de crecimiento de los volúmenes de tránsito, resultaría prácticamente imposible mantener las condiciones actuales de operación de la intersección dentro de los próximos 15 años.

3.4.2.- Demoras en Intersecciones

Definición.- Tiempo perdido durante el recorrido, debido a las fricciones del tránsito y a los dispositivos de control; usualmente se expresa en minutos.

Se realizó este estudio para evaluar el estado que guarda la intersección, permitiendo al tránsito pasar a través ó entrar y girar hacia otra ruta.

El método más empleado para determinar las demoras es: el del vehículo en movimiento, éste procedimiento permite una evaluación detallada de las demoras por tiempo de parada que se nos presentan en ésta intersección.

La demora por tiempo es definida como el tiempo durante el cual el tránsito está detenido.

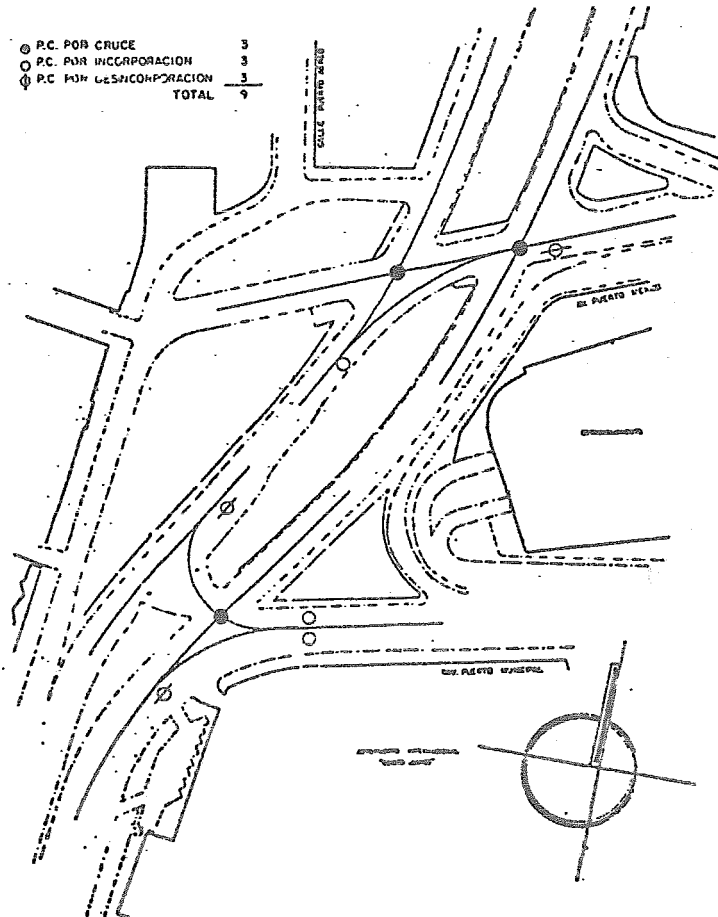
La aplicación de ésta información de demoras abarca los siguientes conceptos:

- 1.- Permite evaluar la eficiencia de la intersección
- 2.- Proporciona la información sobre los lugares donde se retrasa más el tránsito y sobre las causas de éstos retrasos.

3.4.3.- Inventario de los Accidentes de Tránsito

El automóvil, si bien ha venido a facilitar la vida del hombre e influye notablemente en el comercio, la industria y la vida social, también ha llegado a constituir la principal causa de muertes y es responsable de miles de millones de pesos de pérdidas cada año.

Los puntos de conflicto que se tienen actualmente en ésta intersección (fig. 1), representan accidentes potenciales en la corriente de tránsito.



El panorama que se nos presenta en ésta intersección no es realmente dramático a la escala que se analice, pero se propondrán mejoras bajo condiciones de seguridad.

Citaremos a continuación las principales medidas que para reducir accidentes viales se requiere:

- 1.- Mejorar la visibilidad y programación de los semáforos
- 2.- Eliminar el estacionamiento a lo largo de las avenidas que convergen en la intersección
- 3.- Relocalizar áreas de ascenso y descenso de pasajeros
- 4.- Colocar el señalamiento horizontal y vertical necesario
- 5.- Que se canalicen todas las vueltas derechas
- 6.- Separar las corrientes mediante pasos a desnivel, tanto para vehículos como para peatones

Otras medidas importantes son:

- 7.- Adecuada legislación y vigilancia policiaca preventiva donde son más frecuentes los percances
- 8.- Mayor seguridad en los vehículos, estableciendo la revisión mecánica periódica con carácter de obligatorio y
- 9.- Mejor preparación al usuario.

En las tablas 1 y 2 se presentan los tipos y causas de los accidentes de tránsito.

NÚMERO	T I P O	PORCIENTO.
1	COLISION EN ANGULO RECTO.	32 %
2	COLISION POR ALCANCE	23
3	COLISION DE FRENTE	14
4	ATROPELLAMIENTO	14
5	COLISION LATERAL	12
6	CAIDA DE PASAJERO	2
7	VOLCADURA	1
8	OTROS	<u>2</u>
	SUMA	100 %

TLABA N° 1.- TIPOS DE ACCIDENTES DE TRANSITO EN EL D. F.

NÚMERO	C A U S A	PORCIENTO
1	EXCESO DE VELOCIDAD	22 %
2	CONducIR EN ESTADO DE EBRIEDAD	16
3	FALTA DE PRECAUCION PARA CONducIR	16
4	NO GUARDAR LA DISTANCIA	10
5	NO RESPETAR SEÑALES DE TRANSITO	10
6	IMPRUDENCIA DEL PEATON	6
7	VIRAR INDEBIDAMENTE	5
8	REBASAR INDEBIDAMENTE	2
9	FALLAS MECANICAS	2
10	OTRAS	<u>11</u>
	SUMA	100 %

TABLA N° 2.- CAUSAS APARENTES DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO.

3.4.4.- Condiciones de Estacionamiento

El estacionamiento es una necesidad imprescindible del usuario, ya que al principio y final de su viaje requerirá de un espacio para dejar su automóvil por un tiempo, que puede ser variable dependiendo de la actividad que lleve a cabo.

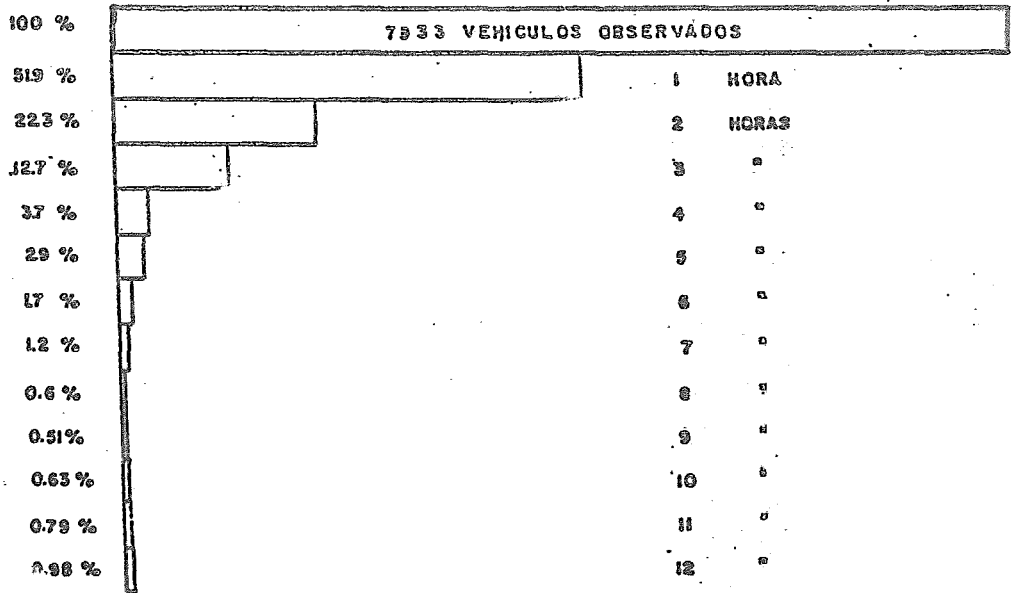
En un plano del área a tratar, se indican mediante una simbología específica los espacios de estacionamiento existentes en la calle y fuera de la calle; así como la indicación de los tramos de calles donde existen restricciones de estacionamiento, con el objeto de evaluar la oferta (número de espacios de estacionamiento disponibles con que cuenta el área, ya sea en la calle o fuera de ella).

La duración, es el tiempo que permanece estacionado un vehículo, ésta se determina haciendo observaciones periódicas y anotando los números de las placas de los vehículos que se encuentran estacionados en ésta zona de desarrollo.

Se recomiendan períodos de 20 minutos durante las horas de mayor afluencia.

Se presenta una gráfica para una mayor ilustración (gráfica. 2).

GRAFICA DE TIEMPOS DE DURACION DE ESTACIONAMIENTO
EN LA CALLE Y FUERA DE LA CALLE



PORCENTAJE
DEL TOTAL

El índice de rotación es el número promedio de veces que se utiliza un espacio de estacionamiento durante el día y se calcula dividiendo la demanda de estacionamiento expresada por la acumulación de vehículos estacionados durante el día, entre la oferta (número de espacios de estacionamiento disponibles en el área):

Su correcta interpretación permitió elaborar un plan adecuado de construcción de estacionamientos.

3.4.5.- Uso del Transporte Público

Día a día el movimiento de personas en un área metropolitana, se convierte en uno de los problemas más complejos, a los cuales tienen que enfrentarse los empresarios de los sistemas de transportes y los organismos gubernamentales encargados del ramo.

En nuestro medio poco se ha hecho para corregir los problemas que ésta demanda de movimientos ordena, tanto por parte de los particulares como por parte de las autoridades correspondientes. El motivo principal es la falta de recursos económicos que tanto unos como los otros, les limitan a la realización de éstos aspectos.

Para eso se realizó un estudio del uso del transporte público de pasajeros en ésta zona, para obtener información sobre: el ascenso y descenso de pasajeros a lo largo del recorrido de las rutas, para conocer los puntos de mayor demanda, tiempo de recorrido de los autobuses (frecuencia del servicio), y paradas estudiadas a lo largo de la ruta.

Cada ruta fué estudiada en intervalos periódicos que proporcionaron patrones diarios, semanales, mensuales y anuales para el análisis direccional y una evaluación operacional.

Las líneas de transporte de pasajeros que circulan por esta intersección, a saber son:

1.- Sistema de Transporte Colectivo

Ruta Depósito Aragón - Est. Metro Aeropuerto

Ruta Azcapozalco - Est. Metro Aeropuerto

2.- Líneas Urbanas

Grupo No. 12 - Autobuses Azcapozalco
Estado de México, S.A. de C.V.

Grupo No. 14 - Constituyentes Puerto Aereo
Peralvillo Cozumel, Sta. María
Colonias, S.A. de C.V.

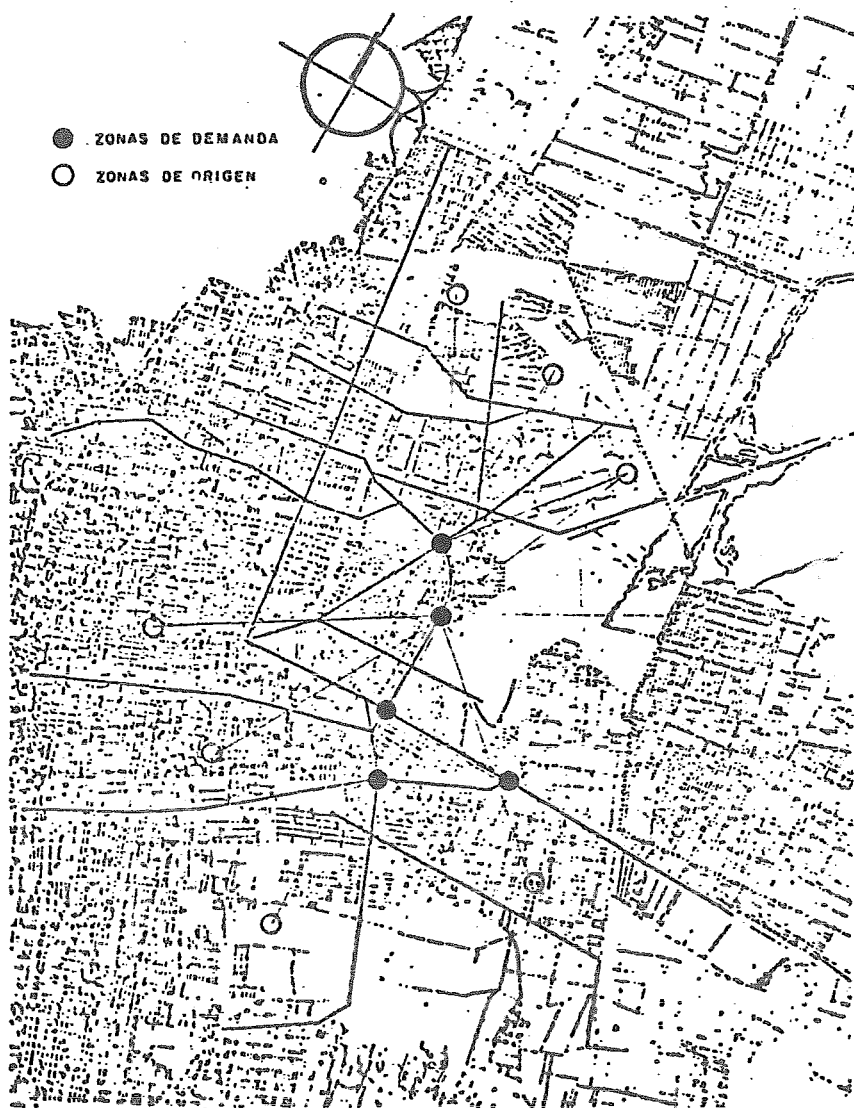
Grupo No. 16 - Autobuses Oriente San Rafael
Aviación Indianilla Nonoalco,
S.A. de C.V.

3.- Servicio de Transporte Colectivo

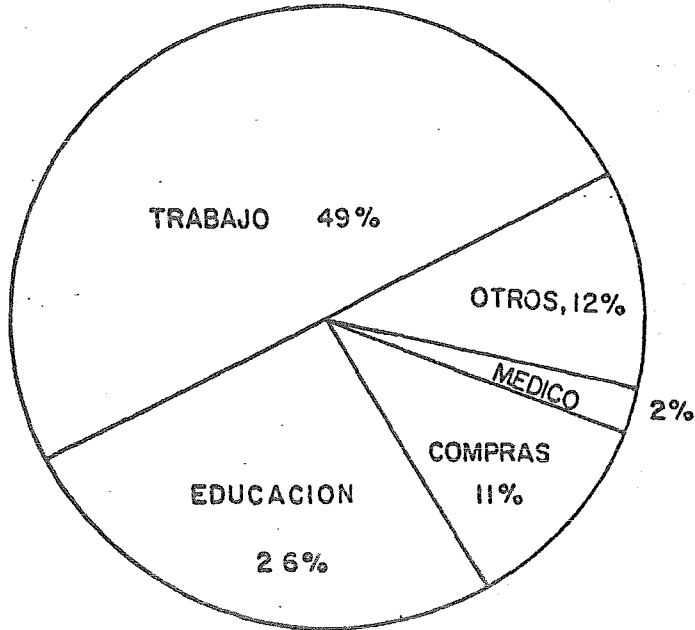
Ruta No. 13 - Est. Metro Aeropuerto - La Pradera
Est. Metro Aeropuerto - San Felipe
Est. Metro Aeropuerto - Est. Metro Chapultepec

Su análisis comprendió diversas etapas, todas ellas tendientes a identificar las condiciones actuales del transporte, con el fin de conseguir las características de la oferta para satisfacer la demanda, con los recursos con que se cuenta.

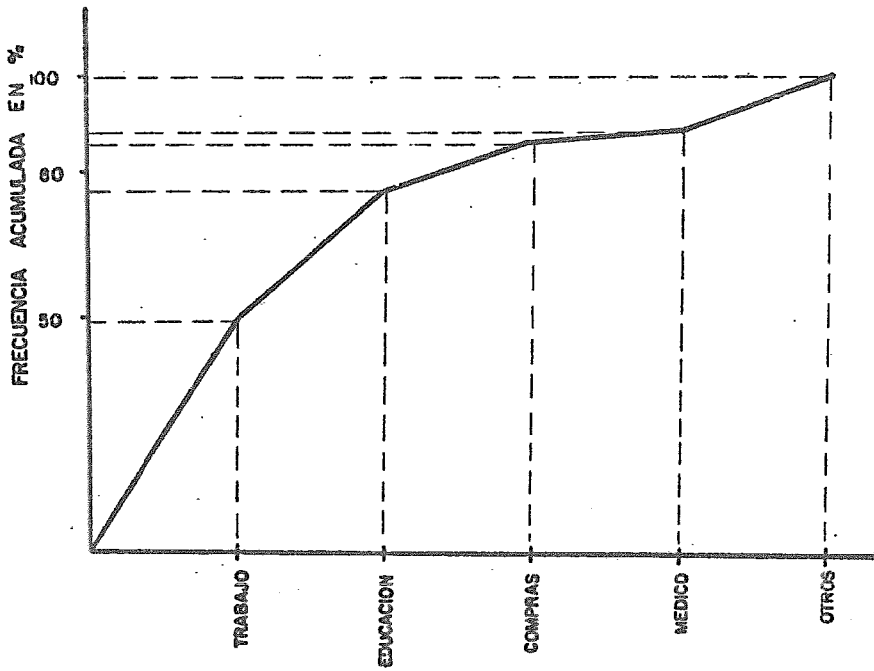
En cuanto a los orígenes y destinos, se observa que el 88% del movimiento de usuarios se concentra en las zonas de demanda señaladas (fig. 1), por lo que se representan los destinos de los viajes, según su origen.



Se presentan a continuación: la distribución de los viajes según el motivo que los originan (fig. 2), y la gráfica de frecuencia acumulada (gráfica 2), también por motivo del viaje.



DISTRIBUCION DE VIAJES POR MOTIVO



GRAFICA DE FRECUENCIA ACUMULADA POR MOTIVO DE VIAJE

También se obtuvo información sobre la distribución de los viajes diarios, para los diferentes medios de transporte (tabla 1).

MEDIOS DE TRANSPORTE

VIAJES - PERSONA/DIA

Autobuses Urbanos	45.7 %
Autos Particulares	20.5
Metro	9.8
Taxis Libres y de Sitio	9.8
Taxis Colectivos	5.0
Trolebuses	3.0
Autobuses Suburbanos	2.5
Autobuses Foráneos	1.2
Otros Medios	2.5

Suma 100.0 %

Tabla No. 1.- Distribución de los Viajes Diarios

Resumiendo: el transporte de pasajeros, es factor principal que influye en el desarrollo económico, cultural, social y recreativo de los habitantes, por lo que un análisis racional a los conocimientos que se obtengan de estudiar la interrelación entre: el usuario ó pasajero (sus hábitos, tendencias y necesidades) , el sistema vial existente (la capacidad, el estado físico, las características geométrico - estructurales, del flujo vehicular, etc.), y los sistemas de transporte disponibles (características de los vehículos, su capacidad, mantenimiento y administración adecuada), permitirá llevar adelante un plan de integración que resuelva en un momento dado las necesidades del transporte urbano de pasajeros.

4.- Alternativas de Solución

Como ésta intersección pertenece al Proyecto General del Circuito Interior, la solución deberá ser congruente con el proyecto general antes mencionado, por lo que estará sujeta su solución a las restricciones y requerimientos marcados por las autoridades del Departamento del D.F., contenidos en el Plan Rector de Vialidad y Transporte del D.F.

4.1.- Descripción de Alternativas

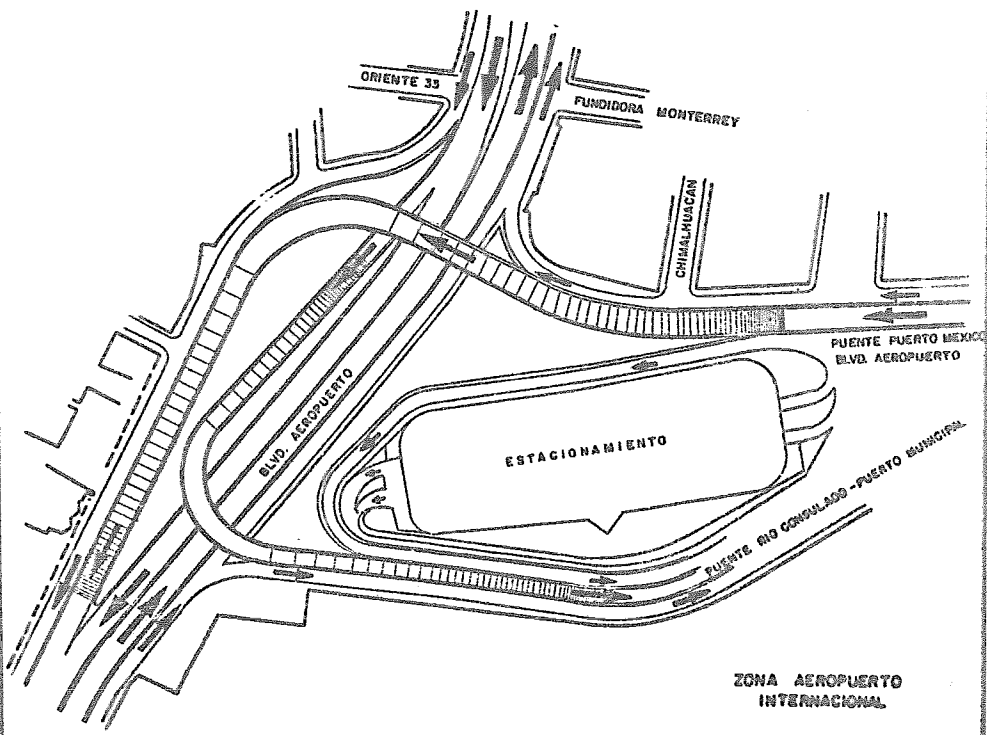
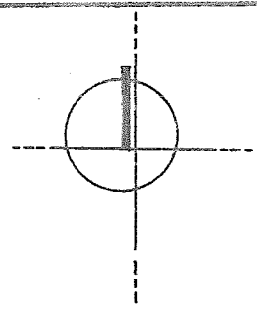
Para la presentación del anteproyecto geométrico en ésta zona, no fué necesario elaborar varios planteamientos de los que normalmente se preparan, únicamente se respetaron las decisiones y se aplicaron técnicas detalladas de proyecto.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de las alternativas, mismas que fueron elaboradas tomando en cuenta la información anotada en los capítulos anteriores.

En las figuras siguientes se presentan esquemáticamente las posibles soluciones a la intersección.

Alternativa No. 1.- En ésta alternativa se proponen las siguientes características de proyecto:

- 1.- En ésta alternativa como en todas se tendrá que dar prioridad a la Línea No. 5 del Metro, en subterráneo
- 2.- Que el volúmen de tránsito directo de los arrollos centrales y laterales del Circuito Interior circulen a nivel, en forma continua. Lo que obliga a las avenidas: Pto. México y Pto Municipal se solucionen con pasos a desnivel
- 3.- Que se canalicen todas las vueltas derechas
- 4.- En el sentido Norte-Sur del Circuito Interior, se resuelve - su incorporación a la Av. Puerto Municipal con un paso a desnivel elevado, habiéndolo previamente pasado éste tránsito por arriba de la estación Terminal Aerea (Línea No. 5)
- 5.- El movimiento vehicular de la Av. Puerto México se soluciona su incorporación al tránsito directo Norte-Sur del Circuito Interior con un paso a desnivel elevado.



ZONA AEROPUERTO
INTERNACIONAL

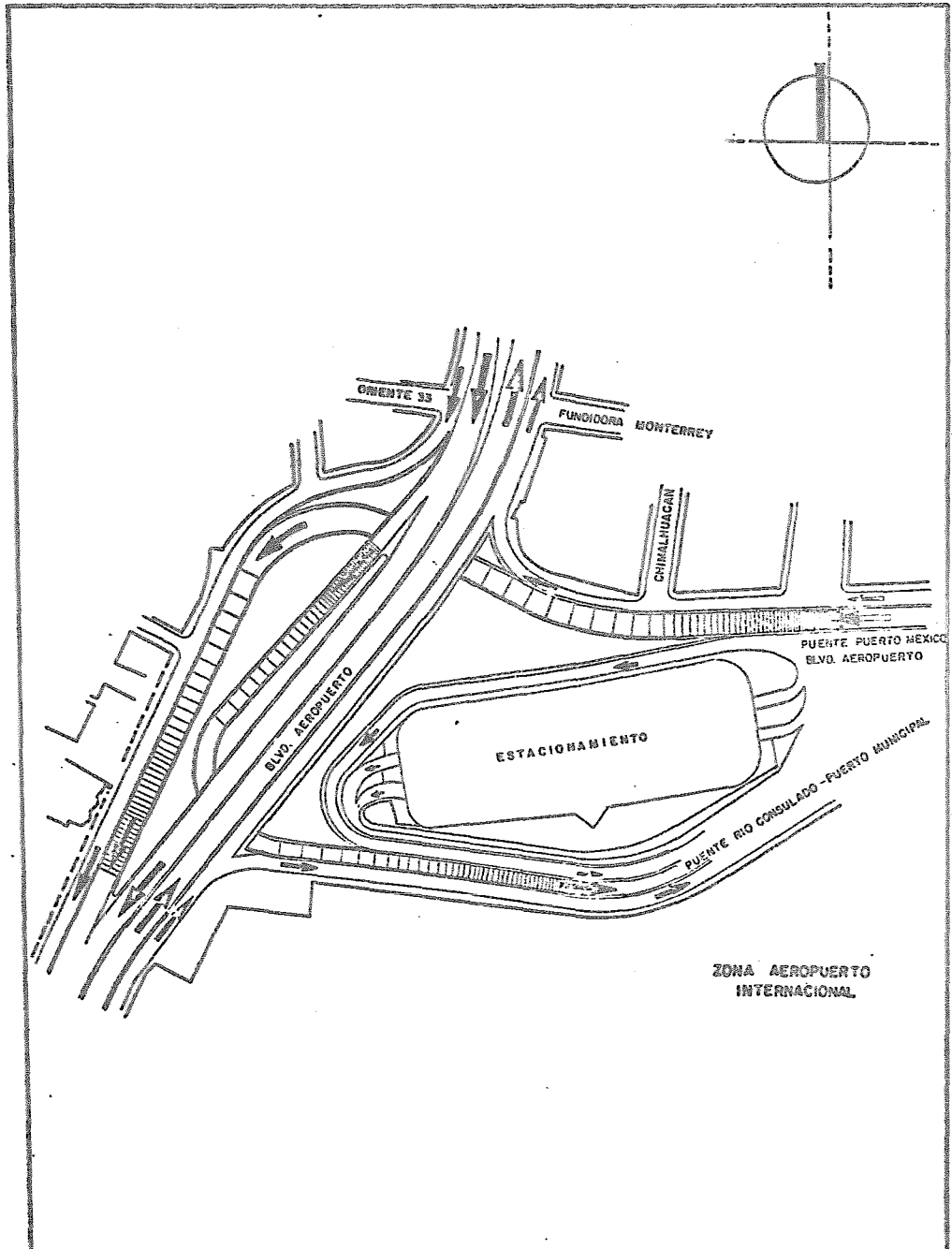
FECHA:	PROYECTO Nº ALTERNATIVA No 1	HOJA:
DESCRIPCION SOLUCION VIAL AEROPUERTO INTERNACIONAL	CALCULO:	

Alternativa No. 2.- En ésta alternativa se proponen las siguientes características de proyecto:

- 1.- Que el volúmen de tránsito directo del Circuito Interior circule en forma continua por un paso a desnivel elevado, y que permanezca la circulación a nivel en el resto de la intersección
- 2.- Que se canalicen todas las vueltas derechas
- 3.- Que se opere con semáforos la intersección
- 4.- El tránsito Norte-Sur del Circuito Interior hacia la Av. Municipal se solucionó a nivel, habiéndolo previamente pasado éste tránsito por arriba de la estación Terminal Aerea (Línea No. 5)

Otras Alternativas

Finalmente se debe mencionar que se trabajó en otras alternativas quedando éstas, de un modo o de otro, fundidas en cuanto a lo que representaban de solución.



ZONA AEROPUERTO
INTERNACIONAL

FECHA:	PROYECTO N°	ALTERNATIVA No.2	HOJA:
DESCRIPCION	SOLUCION. VIAL AEROPUERTO INTERNACIONAL		CALCULO:

4.2.- Solución Definitiva

La comparación hecha entre alternativas y las mejoras que se lograban con cada una respecto al estado actual, permitió la decisión de presentar una de éstas alternativas como proyecto definitivo.

Cabe aclarar que la solución presentada como definitiva para ésta intersección ha sufrido modificaciones en sus alineamientos - (horizontal y vertical), solicitada por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (CO.VI.T.UR.), que es la autoridad oficial - encargada de la Administración de la Ciudad.

Por restricción de afectación a las instalaciones del Hotel Holiday Inn, se modificó lo siguiente:

- 1.- Las curvas horizontales No. 25, 26 y 27 (Eje H-H'), del arroyo lateral poniente del Circuito Interior
- 2.- La curva horizontal No. 5 (Eje B-B'), del Paso a Desnivel Superior Av. Puerto México - Blvd. Puerto Aereo

- 3.- Se reduce la longitud total del Puente de Av. Puerto México - Blvd. Puerto Aereo
- 4.- Cambian las características de la curva vertical en cresta del perfil (Eje B-B')

Por indicaciones de la Gerencia de Obras inducidas de CO.VI.T.UR., se afectará en los terrenos del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, para llevar a cabo los siguientes ajustes en el Proyecto Geométrico:

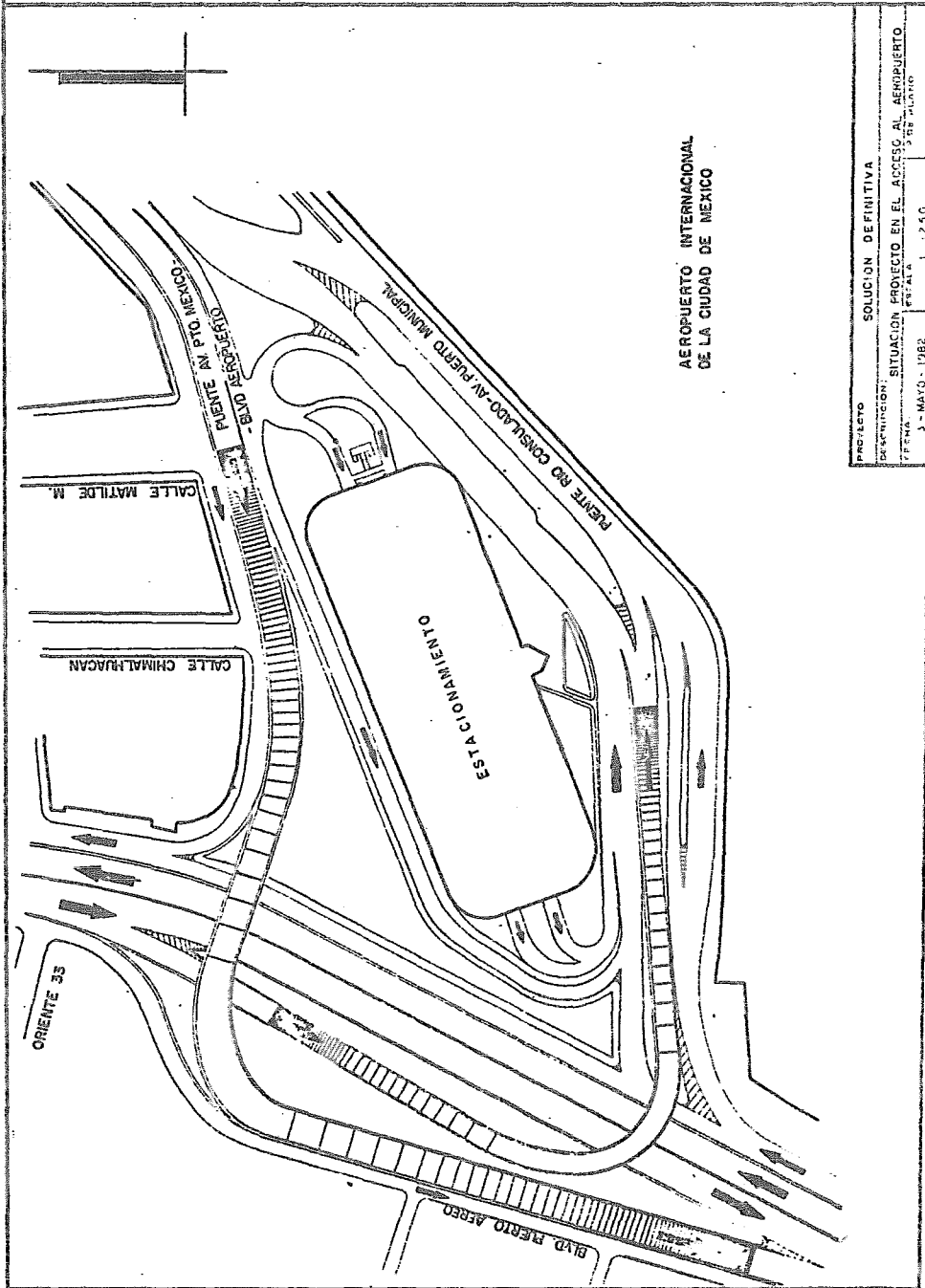
- 1.- En el sentido Sur-Norte del arroyo lateral del Circuito Interior, se resuelve la vuelta derecha al Aeropuerto Internacional incluyendo el Eje D-D', para permitir la entrada exclusiva al Aeropuerto Nacional
- 2.- Se ajustan las curvas horizontales del Eje D-D', para permitir la entrada exclusiva al Aeropuerto Internacional
- 3.- Se modifican las curvas horizontales No. 2, 3 y 4 (Eje A-A'), del Paso a Desnivel Superior del Circuito Interior - Av. Puerto Municipal

4.- Cambian las características de la curva vertical en cresta del perfil (Eje A-A')

5.- Con la creación del Eje D-D', por necesidades de entrada exclusiva al Aeropuerto Nacional, significó la aplicación de afectación a cerca de 3,650.00 m de terreno, propiedad del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

La solución a nivel existente deberá modificarse y sustituirse por una solución a desnivel, sujeta a las disposiciones descritas anteriormente.

Por lo tanto se puede concluir que se trata de una obra vial nueva, que permitirá proporcionar los mayores beneficios a los usuarios - (economía, seguridad y comodidad), con el menor costo posible en esta área de desarrollo urbano.



AEROPUERTO INTERNACIONAL
DE LA CIUDAD DE MEXICO

PROYECTO	SOLUCION DEFINITIVA
DESCRIPCION	SITUACION PROYECTO EN EL ACCESO AL AEROPUERTO
FECHA	ESTADO
3 - MAYO - 1982	MEXICO
	1:250

IV.- PROYECTO GEOMETRICO.

El proyecto geométrico de un entronque, se inicia desde que se ha elegido como definitivo una de tantas alternativas, que después de realizar el reconocimiento exhaustivo en etapa de anteproyecto, ha resultado con óptimas condiciones.

El proyecto geométrico consiste en el dimensionamiento tanto horizontal, vertical y transversal de todos y cada uno de los elementos que componen el entronque

1.- Alineamiento Horizontal.

1.1.- Presentación.

El alineamiento horizontal está constituido por líneas rectas llamadas tangentes, ligadas entre sí por una serie de curvas horizontales, que pueden ser: circulares simples ó circulares con espirales de -- transición. Este alineamiento estará balanceado para proporcionar, hasta donde sea posible una velocidad de operación uniforme, congruente con las condiciones prevalecientes de la vialidad.

El plano se hace a una escala de 1:500 donde se representarán los trazos correspondientes al alineamiento horizontal y la configuración de el trazo actual. A continuación se indican los datos con los que se forma el plano de trazo:

Localización de los Puntos Obligados

Distancias parciales en la vialidad

Referenciar las Secciones de Control y

Puntos Sobre Tangente

Datos de Curvas: Longitud, Deflexión, Grado de

Curvatura, Subtangente, Radio, etc.

Cadenamientos de Principio y Terminación de Losa

Principio y Terminación de Rampa

Principio y Terminación de la Curva

Punto de Inflexión de la Curva

Secciones de Control y

Puntos Sobre Tangente.

1.2.- Planteamiento.

El planteamiento es elaborado sobre copias heliográficas con escala 1:500 de plantas fotogramétricas de las calles en donde se localiza la zona a tratar.

Cuando ya se cuenta con el plano que se forma con los datos que se obtienen del reconocimiento, se procede a proyectar sobre el mismo los ejes de trazo para las vialidades correspondientes.

El eje de trazo es el que une a los Puntos Obligados por medio de líneas y cuidando que sus longitudes permitan posteriormente alojar a las curvas. El trazo generalmente se indica con la siguiente anotación: inicio de cadenamiento del eje igual a 0+000, aunque en algunos casos especiales este cadenamiento es continuación de alguno ya existente.

Con el planteamiento de trazo y los puntos de control definidos, el Departamento de Topografía se encarga de ubicarlos en el terreno para obtener las medidas reales de las tangentes y los ángulos de los Puntos de Inflexión, completando las referencias necesarias con puntos importantes como Puntos Sobre Tangente, Puntos de Inflexión, Puntos Obligados, etc.

Circuito Interior.- Primeramente se hizo la distribución de los --

arroyos en esta vialidad, para el que ya se han establecido normas y especificaciones de acuerdo al Proyecto de Ampliación del Circuito Interior. Quedando como sección de proyecto: dos vías rápidas de 10.20 m cada una para la circulación continua, dos laterales de servicio de 6.90 m cada una y un derecho de metro de 10.00 m para la Línea 5 del tren metropolitano.

El trazo de los ejes de los arroyos centrales de la Av. Río Consulado (Circuito Interior), están ubicados como sigue:

Hacia el Norte quedaron referidos a una distancia perpendicular al eje de metro (Línea N°5), de 10.10 m y en su prolongación se une con el trazo del entronque Quetzalcoatl. Hacia el Sur, con dirección a Hangares en puntos obligados, con distancias perpendiculares del paramento; 25.715 m (F - F') y 31.765 (G - G').

En zona de estación las tangentes de los ejes de trazo son paralelas al eje del metro a una distancia de 5.60m.

En este entronque la solución de la Línea 5 del metro sobre el Circuito Interior, obligó a resolver el trazo de los ejes para los arroyos laterales y las rampas de entrada y salida del Aeropuerto Internacional "Benito Juárez", mediante referencias tomadas del eje de metro.

Eje Av. Puerto México - Blvd. Puerto Aereo.

Este eje de trazo estuvo referido en su inicio por puntos obligados, ubicados en esquinas de paramento; el primer (P.O.₁), en la esquina de M. Marqués y Puerto México, el segundo (P.O.₂), en la esquina de Chimalhuacán y Puerto México, a una distancia medida perpendicularmente del paramento al eje de 15.60 m, en ambos casos.

Para la continuación del eje en zona de cruce con el Circuito Interior se fijó la tangente mediante una deflexión de 31° 00' 06" localizándose el P.I. a 41.835 m de la esquina de Chimalhuacán y Puerto México (P.O.₂).

La siguiente tangente de este trazo quedó definida con referencias tomadas perpendicularmente al eje de metro de 9.50 m, a partir del cadenamiento 6+801.251 (Línea 5).

Al interceptar estas dos últimas tangentes se provocó una deflexión de 92° 47' 46", que servirá para conocer las características de la curva circular.

La sección transversal proyecto que corresponde a este puente, en tangente es de 10.20 m y de 12.20 m en la zona donde se tiene la curva. Esta ampliación de sección es debido a que el vehículo ocupa un ancho mayor al efectuar su giro.

Eje Av. Río Consulado - Av. Puerto Municipal.

Quedó definido por una sección transversal proyecto en tramo tangente de 6.90 m, teniendo que ampliar la sección a 8.90 m en tramo de curva.

Esta ampliación de la sección se da en el lado interior de la curva y es necesaria en virtud de que el vehículo ocupa un ancho mayor que en tangente, ya que las ruedas traseras no siguen exactamente la línea de las delanteras.

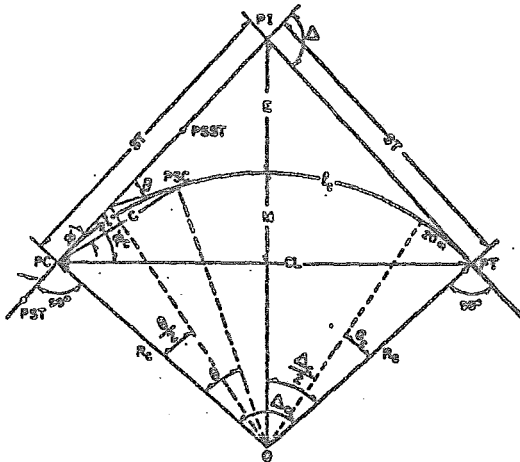
Este eje de trazo (A - A'), principia con una tangente referida a 12.05 m perpendicular al eje de metro a partir del cadenamamiento ----
7 + 293.394 (Línea 5). La localización de los P.I. y las deflexiones ($34^{\circ} 02' 54.82''$, $125^{\circ} 23' 35''$), permitirán una continuidad en el eje, resolviendo así su incorporación con el trazo de la Av. -
Puerto Municipal.

1.3.- Procedimiento de cálculo.

1.3.1. Elementos de la curva circular simple.

Las tangentes se ligan entre sí por medio de curvas circulares, escogiendo el radio que mejor se adapte a las mismas, y esto es sin descuidar la velocidad de proyecto fijada.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la figura 1, y se calculan como sigue:



- PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
 PC Punto en donde comienza la curva circular simple
 PT Punto en donde termina la curva circular simple
 PST Punto sobre tangente
 PSS Punto sobre subtangente
 PSC Punto sobre la curva circular
 O Centro de la curva circular

- Δ Angulo de deflexión de las tangentes
 Δ_c Angulo central de la curva circular
 θ Angulo de deflexión en PSC
 ϕ Angulo de una cuerda cualquiera
 ϕ_c Angulo de la cuerda larga
 G_c Grado de curvatura de la curva circular

- R_c Radio de la curva circular
 ST Subtangente
 E Externa
 M Ordenada media
 C Cuerda
 CL Cuerda larga
 l Longitud de un arco
 l_c Longitud de la curva circular

FIGURA 1. ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

1.3.2. Características de las Fórmulas.

Grado de curvatura (Gc)

Es el ángulo que en una curva subtiende una cuerda de 20 m., expresada en grados.

$$Gc = \frac{1145.92}{Rc}$$

Radio de la curva. (Rc)

Es el radio de la curva circular y se expresa en metros.

$$Rc = \frac{1145.92}{Gc}$$

Deflexión de las tangentes (Δ).

Es el ángulo comprendido entre dos tangentes llamadas anterior y siguiente, su valor está medido en grados.

En curvas circulares simples es igual al ángulo central subtendido -- por la curva circular. Se simboliza como Δc.

Longitud de la Curva (Lc).

Es la longitud del arco comprendido entre el principio y terminación de la curva.

$$Lc = \frac{\pi \Delta c}{180^\circ} R_c$$

Subtangente (ST)

Es la distancia entre el P.I. y el P.C. ó P.T., medida sobre la prolongación de las tangentes.

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta c}{2}$$

Externa (E)

Es la distancia mínima entre el P.I. y la curva.

$$E = R_c \left(\sec \frac{\Delta c}{2} - 1 \right)$$

Ordenada media (M)

Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva.

$$M = R_c - R_c \cos \frac{\Delta c}{2}$$

Cuerda larga (CL)

Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva.

$$CL = 2 R_c \operatorname{sen} \frac{\Delta c}{2}$$

Deflexión por metro (Δ / m)

$$\Delta / m = \frac{\Delta c / 2}{L_c}$$

Cadenamiento del P C. (principio de curva). Es igual al cadenamien-
to del P I - S T.

Cadenamiento del P T. (principio de Tangente). Es igual al cadena-
miento del P C + Lc.

1.3.3. Ejemplo de cálculo.

Se tomó como ejemplo la curva horizontal N° 5 del eje de trazo (B-B') de la Av. Puerto México - Circuito Interior, donde se tiene una deflexión de $92^{\circ} 47' 46''$, con cadenamiento en el PI de 0+291.000 y una subtangente de 54.00 metros.

$$\Delta_c = 92^{\circ} 47' 46'' = 92.7961^{\circ}$$

$$R_c = \frac{ST}{\tan \frac{\Delta_c}{2}} = \frac{54.00}{\tan \frac{92.7961}{2}}$$

$$\underline{R_c = 51.427 \text{ m.}}$$

$$L_c = \frac{\pi}{180^{\circ}} \Delta_c R_c = \frac{\pi}{180^{\circ}} (92.7961) (51.427)$$

$$\underline{L_c = 83.291 \text{ m.}}$$

$$G_c = \frac{1145.92}{R_c} = \frac{1145.92}{51.427}$$

$$G_c = 22.2824^\circ$$

$$= \underline{22^\circ 16' 57''}$$

$$\Delta/m = \frac{\Delta/2}{L_c} = \frac{92.7961/2}{83.291}$$

$$\Delta/m = 0.5571^\circ$$

$$= \underline{0^\circ 33' 26''}$$

$$E = R_c \left(\sec \frac{\Delta_c}{2} - 1 \right) = 51.427 \left(\sec \frac{92.7961}{2} - 1 \right)$$

$$\underline{E = 23.1433 \text{ m}}$$

$$\begin{aligned} M &= R_c - R_c \cos \frac{\Delta c}{2} \\ &= 51.427 - 51.427 \cos \frac{92.7961}{2} \end{aligned}$$

$$\underline{M = 15.9607 \text{ m}}$$

$$\begin{aligned} CL &= 2 R_c \sin \frac{\Delta c}{2} \\ &= 2 \times 51.427 \sin \frac{92.7961}{2} \end{aligned}$$

$$\underline{CL = 74.4816 \text{ m}}$$

$$\begin{aligned} \text{Cadenamiento del P.C.} &= \text{cad. P.I.} - \text{S.T.} \\ &= 0 + 291.000 - 54.00 \\ &= \underline{0 + 256.000} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cadenamiento del P.T.} &= \text{cad. P.c.} + \text{L.c.} \\ &= 0 + 256.000 + 83.291 \\ &= \underline{0 + 339.291} \end{aligned}$$

2.- Alineamiento Vertical.

2.1. Presentación.

Este alineamiento está constituido por una serie de tangentes conectadas por curvas parabólicas verticales. La finalidad de Alineamiento Vertical, es el de representar la rasante del perfil definitivo de los pasos a desnivel correspondientes, dibujándose a una escala horizontal 1:500 y vertical 1:50.

El trazo del perfil proyecto se hace en papel milimétrico, presentando en la parte superior del plano el trazo horizontal correspondiente, con los cadenamientos respectivos y los datos de las curvas horizontales. En la parte media del plano se dibuja la nivelación correspondiente del terreno natural, tomándose éste como base para dibujar el perfil de la rasante proyecto, en el perfil se le acotan los cadenamientos de principio (PCV) y terminación (PTV) de la curva vertical, así como las pendientes respectivas de las tangentes. En la parte inferior del plano se anotan los siguientes datos numéricos:

Niveles de Terreno Natural.

Niveles de Intrados.

Niveles de Rasante Proyecto.

Cadenamientos al Eje de Trazo

Niveles de Terreno Natural.- Estas cotas son obtenidas directamente de la información topográfica de campo, esto es, nivelando los ejes de trazo horizontal que interesan, las cotas se obtienen a cada 20 m si el terreno lleva un perfil constante, y si no se sacan estas cotas a la distancia necesaria para visualizar los accidentes del Terreno Natural.

Niveles de Rasante.- Estos niveles se obtienen mediante la siguiente secuela:

Primeramente se fijan las restricciones para cada caso, y tomando éstas como base se trazan las tangentes verticales, por lo tanto en cada intersección de estas tangentes se forma un Punto de Inflexión Vertical (PIV), que es localizado con la mayor precisión el cadenamien- to en campo, una vez obtenida la distancia se puede conocer la pendiente de proyecto real.

Con la intersección de las tangentes (PIV) es necesario proyectar una curva parabólica vertical, la finalidad de ésta es de ligar gradualmente los niveles y tener un perfil continuo, (ver ejemplo de cálculo).

Niveles de Intrados.- Con el criterio anterior se pueden obtener estos niveles, restando de la rasante calculada el peralte de la losa proyecto a todo lo largo del puente.

Cadenamientos al Eje de Trazo. Estos cadenamientos son fijados para poder dejar determinado el tramo total que abarcará cada paso a desnivel. Por lo tanto se darán cadenamamientos cerrados para facilitar la interpretación.

2.2.- Planteamiento

Para determinar el perfil del Terreno Natural, se procede de una vez fijado el eje de trazo a obtener niveles sobre dicho eje y sobre la sección transversal que ocupará el paso a desnivel.

Para esto se encarga el Departamento de Topografía, fijando un origen de cadenamamiento sobre el eje de trazo, se van obteniendo secciones transversales a cada 20. m siendo esta medida una distancia aceptable para visualizar los accidentes del Terreno Natural que se puedan presentar.

Esta nivelación se apoya en un banco de nivel profundo, fijado por la Compañía Mexicana de Aerofoto y es el de Atzacualco con un nivel de 2245.008 m.s.n.m.

Una vez efectuada la nivelación se procede a pasarla en papel milimétrico a escala horizontal 1:500 y vertical 1:50, esto se hace para mayor facilidad en el dibujo y en la precisión.

Para el dimensionamiento de estos perfiles fué necesario tomar en cuenta las condiciones marcadas para los mismos:

- La pendiente longitudinal no será mayor del 7%
- La pendiente transversal mínima de 1.5% en tramo tangente y máxima de 12% en tramo de curva.
- Restricciones

Las restricciones que se presentaron para estos perfiles y que fueron tomados en consideración para su planteamiento son:

- Respetar un galibo vertical de 4.50 m en zona de cruce con el Circuito Interior
- Respetar el Nivel de Rasante Proyecto de la línea 5 del tren metropolitano
- Longitud de desarrollo de las rampas antes y después de la zona de cruce con el Circuito Interior
- Ligar el Nivel de Rasante Proyecto de los Perfiles con el Nivel de Terreno Natural.

El proyecto geométrico de la solución vial del acceso al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, comprende en su alineamiento - vertical los siguientes perfiles:

Puente Circuito Interior Norte - Avenida Puerto Municipal.

Se planteó con la mejor posibilidad para conducir los flujos vehiculares, provenientes del norte del Circuito Interior hacia la avenida Puerto Municipal.

Se inicia con una rampa de salida del arroyo central del Circuito Interior manteniendo su continuidad para ligarse con el nivel de terreno natural de la Avenida Puerto Municipal. Tiene una longitud de 415.00 mts., apoyado en dos estribos y en cuatro columnas, con claros promedios de 35.00 mts.

La importancia que tiene mencionar los apoyos estriba en la dificultad que hubo para su ubicación, ya que quedaron condicionados a los arroyos superficiales del Circuito Interior; a la línea N° 5 del Metro, subterránea y a las interferencias resultantes de las instalaciones de servicios municipales.

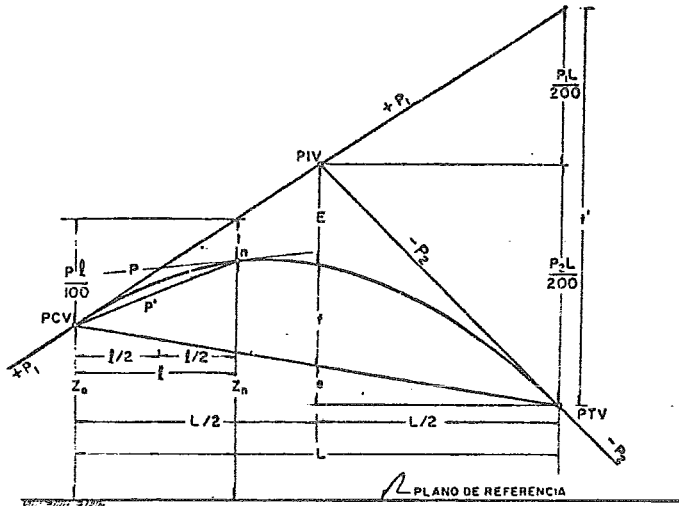
La altura máxima de la rasante respecto al nivel del terreno natural,

resultó de 7.116 m, y el galibo vertical libre bajo el puente es de 4.598 m, para permitir el paso de los vehículos en superficie.

Puente Avenida Puerto México - Circuito Interior Sur.

Este perfil corresponde al eje de trazo B - B', permite el flujo en sentido Oriente - Poniente de la avenida Puerto México y continúa para incorporarse al movimiento directo Norte - Sur del Circuito Interior.

Esta estructura cruza el Circuito Interior por arriba y sus apoyos se ubicaron de tal manera que sus claros en promedio fueron de 35.00 m. La longitud del puente es de 515.00 mts., con una altura máxima de la rasante con respecto al nivel del terreno natural, resultó de 7.415 mts., y el galibo vertical libre bajo el puente es de 4.673 m.



- PIV** — Punto de intersección de las tangentes.
PCV — Punto en donde comienza la curva vertical.
PTV — Punto en donde termina la curva vertical.
n — Punto cualquiera sobre la curva.
P₁ — Pendiente de la tangente de entrada en porcentaje.
P₂ — Pendiente de la tangente de salida en porcentaje.
P — Pendiente en un punto cualquiera de la curva en porcentaje.
P' — Pendiente de una cuerda a un punto cualquiera en porcentaje.
A — Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y la de salida.
L — Longitud de la curva.
E — Externa
f — Flesha
ℓ — Longitud de curva a un punto cualquiera
i — Desviación respecto a la tangente de un punto cualquiera.
K — Variación de longitud por unidad de pendiente, $K = L/A$
Z₀ — Elevación del PCV.
Z_n — Elevación de un punto cualquiera.

ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES

2.3.- Procedimiento de cálculo.

1.- Por restricción en el proyecto, se fija una longitud total de desarrollo del perfil definitivo.

2.- Determinar la pendiente de entrada y la de salida, para poder conocer el punto donde se interceptan estas tangentes.

3.- Se obtiene la longitud total mediante el criterio de la distancia de visibilidad.

La transición entre dos tangentes de diferente pendiente longitudinal se hará por medio de una curva vertical parabólica de la forma:

$$Y = \frac{K n^2}{2}$$

DONDE :

Y - Distancia vertical comprendida entre la tangente y la curva vertical.

n - Es el número de estaciones de 20.00 m, contenidas del P. C. V. a un punto cualquiera.

K = Corrección, que se determina por las relaciones siguientes:

$$K = (0.10) \frac{A}{N}$$

A - Diferencia algebraica de pendientes, expresada en por ciento.

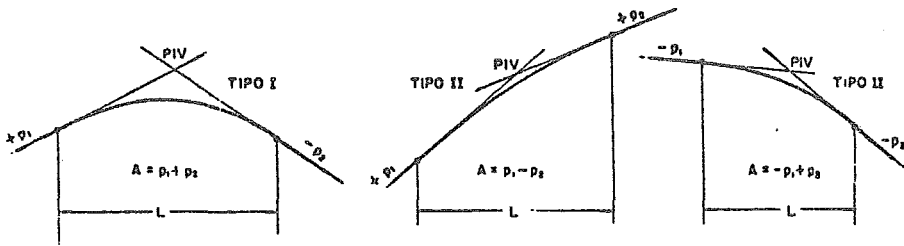
N - Número total de estaciones contenidas en la longitud de la curva vertical.

(0.10) - Constante

$$K = \frac{D}{N}$$

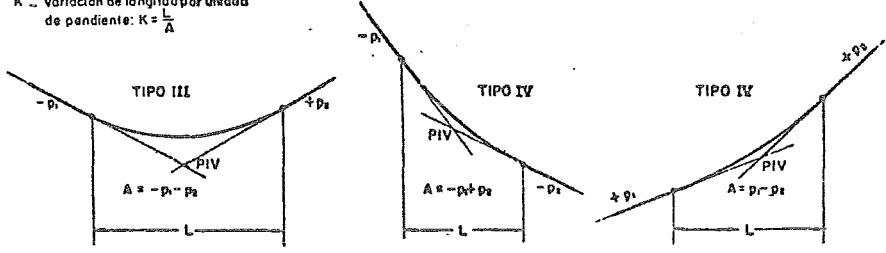
D - Es la ordenada del punto final de tangencia al punto donde termina una curva, en el sentido del cadenamiento.

El número de estaciones se encuentra dividiendo la longitud de la curva vertical entre 20.00 m. Si el valor es fraccionario se toma el número inmediato superior.



CURVAS VERTICALES EN CRESTA

p_1 - pendiente de entrada.
 p_2 - pendiente de salida
 A - diferencia de pendientes
 L - Longitud de la curva.
 K - variación de longitud por unidad de pendiente: $K = \frac{L}{A}$

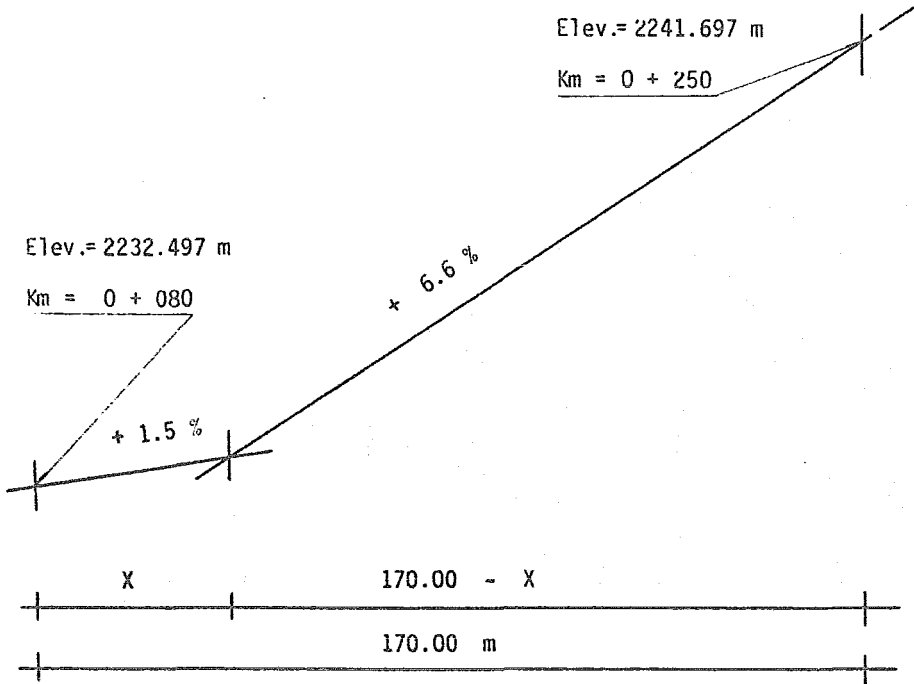


CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO.

TIPOS DE CURVAS VERTICALES

2.3.1. Ejemplo de cálculo.

Como ejemplo de cálculo se tomó la curva N°1 del perfil de la avenida Puerto México - Circuito Interior, en donde se tiene la primer tangente con pendiente de 1.5 % y elevación de 2232.497 m en el cadenamamiento 0 + 080 y en la segunda tangente una pendiente de 6.6 % y elevación de 2241.697 m en el cadenamamiento 0 + 250.



Para el cálculo del PIV se realizará; igualando las ecuaciones de ambas tangentes, tenemos:

$$32.497 + 0.015 x = 41.697 - 0.066 (170 - x)$$

$$32.497 - 41.697 = -0.066 (170 - x) - 0.015 x$$

$$2.024 = 0.051 x$$

$$\underline{X = 40.00m}$$

∴ El cadenamiento es :

$$PIV. = 80.00 + 40.00 m = \underline{0 + 120}$$

La elevación es :

$$32.497 + 0.015 x 40.00 = \underline{33.114 m}$$

Para el cálculo de niveles de los puntos principales se determinó primero una $L_c = 80.00 m$ (Longitud obtenida mediante la aplicación del criterio de la Distancia de Visibilidad), quedando con esto una subtangente de $40.00 m$ y partiendo del cadenamiento del P.I.V., resulta:

$$PVC = 0+080 \quad Elev = 2232.497 m$$

$$PIV = 0+120 \quad Elev = 2233.114 m$$

$$PVT = 0+160 \quad Elev = 2235.755 m$$

Aparte de los niveles de los puntos principales se deben dar los niveles a cada cinco metros encadenamiento cerrado, para lo cual se utiliza la fórmula :

$$\underline{Y = k n^2}$$

K = 0.1265 Corrección calculada mediante la relación :

$$K = (0.10) \frac{A}{N}$$

Donde :

$$A = 1.5 - 6.6 = 5.1 \%$$

$$N = \frac{80.00}{20} = 4 \text{ Estaciones}$$

Para facilidad en el cálculo se expresan N y n en estaciones de 20.00 m.

Se elabora una tabla para hacer el cálculo más sencillo.

CADENAMIENTO	n	n ²	$\cdot K_n^2$	SUBRASANTE	RASANTE SOBRE LA CURVA
PCV = 0+080	0.00	0.000	0.000	32.497	32.497
085	0.25	0.063	0.008	32.571	32.582
090	0.50	0.250	0.032	32.651	32.683
095	0.75	0.563	0.071	32.728	32.800
100	1.00	1.000	0.126	32.806	32.932
105	1.25	1.563	0.198	32.883	33.080
110	1.50	2.250	0.285	32.960	33.244
115	1.75	3.063	0.387	33.037	33.424
PIV = 0+120	2.00	4.000	0.506	33.114	33.620
125	2.25	5.063	0.640	33.191	33.832
130	2.50	6.250	0.791	33.268	34.059
135	2.75	7.563	0.957	33.345	34.302
140	3.00	9.000	1.138	33.423	34.561
145	3.25	10.563	1.336	33.500	34.836
150	3.50	12.250	1.550	33.577	35.125
155	3.75	14.063	1.779	33.654	35.433
PTV = 0+160	4.00	16.000	2.024	33.731	35.755

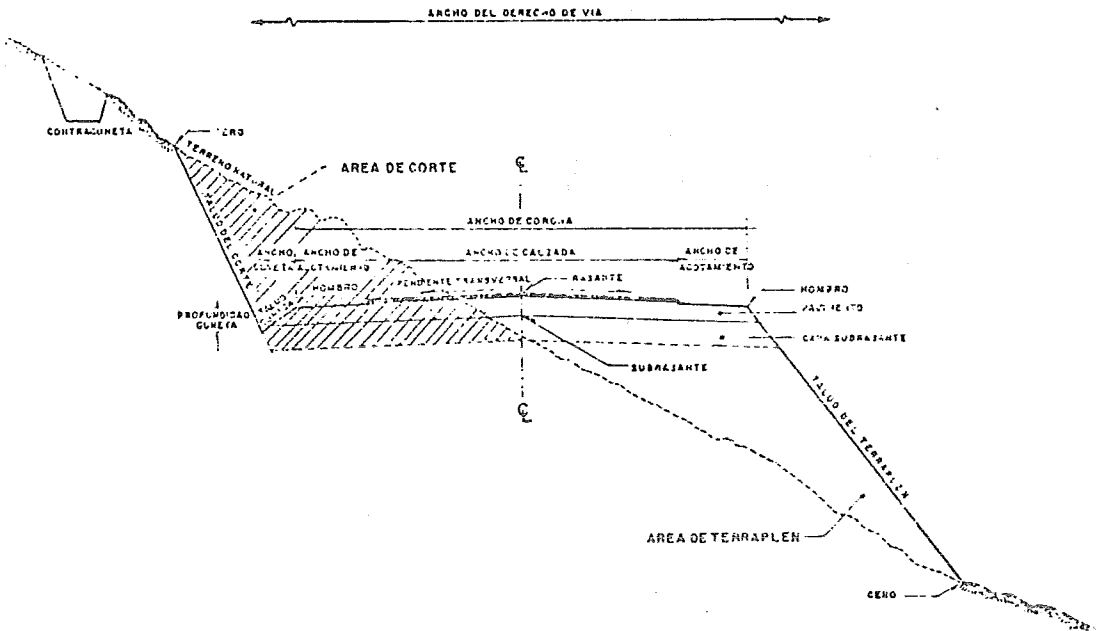
Calculados los niveles de rasante sobre la curva, se procede a vacear esta información en papel milimétrico para llevar a cabo la presentación del perfil proyecto.

En la misma forma se calculan todas las curvas y se anotan sus datos en el plano definitivo.

3.- Sección Transversal

La Sección Transversal es un corte vertical normal al Alineamiento Horizontal, está compuesta por un sin número de elementos que forman la vía pública.

Permite definir la disposición y dimensiones en el punto correspondiente a cada sección de proyecto, así como su relación con el terreno natural y las propiedades colindantes.



SECCION TRANSVERSAL TYPICA EN UNA TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.1.- Presentación.

Se presenta un plano definitivo de la Planta de Secciones Niveladas realizadas en toda el área que abarca el Proyecto Geométrico. Este plano se hace a una escala 1:500, donde aparece el trazo de las secciones transversales proyecto.

El objetivo de este plano es representar en planta - las elevaciones de los elementos que integran y definen la sección transversal a lo largo de la vialidad urbana.

Este trazo se inicia con el mismo cadenamamiento que se tiene en la Planta General de Trazo, para mayor uniformidad y facilidad en la interpretación de los planos.

3.2.- Planteamiento.

La realización de las secciones transversales proyecto para la solución vial de este entronque se inician partiendo con la información recibida del Departamento de Topografía, correspondiente a las características del estado actual del terreno natural.

Con el plano de la Planta General de Trazo, los Perfiles Definitivos y la Información de Campo, se procede a proyectar sobre el plano el trazo de las nivelaciones proyecto, cuidando que las pendientes longitudinales y transversales mantengan su continuidad y permitan un correcto drenaje de los arroyos.

Circuito Interior.- La solución presentada a lo largo de esta vialidad, fué proyectada tomando como base el nivel de Rasante del Terreno Natural y la sección proyecto de 10.20 m para la vía rápida y de 6.60 m para la lateral de servicio.

Determinando una pendiente transversal en tramo tangente del 2% y teniendo que incrementar esta pendiente al 3% en el tramo de curva, con objeto de contrarrestar el efecto de desplazamiento que se tiene en la curva debido a la acción de la fuerza centrífuga. Este bombeo se proyectó a una sola agua, con dirección a los paramentos, para mayor rapidez en su escurrimiento hacia el Colector Principal.

En los Pasos a Desnivel correspondientes a este entronque, las nivelaciones fueron proyectadas para cada caso; partiendo de la Rasante Proyecto de los Perfiles Definitivos y de las dimensiones de la sección de vialidad proyecto.

El puente elevado de la avenida Circuito Interior hacia la avenida Puerto Municipal, presenta una sección proyecto de 6.90 m en tramo tangente, teniendo que ampliar la sección en tramo de curva a 8.90 m . Se procedió a dar un bombeo en tramo tangente del 2%, en una sola dirección y una sobreelevación en tramo de curva del 6%, con el objeto de contrarrestar el efecto de desplazamiento debido a la acción de la fuerza centrífuga.

Para el puente elevado de la avenida Puerto México hacia la avenida Circuito Interior, se tiene una sección proyecto de 10.20 m en tramo tangente y una ampliación de la sección en tramo de curva de 12.20 m.

Su planteamiento se determinó de igual manera que en el puente anterior; procediendo a dar un bombeo en tramo tangente del 2% en una sola dirección y una sobreelevación máxima en tramo de curva del 6%.

Con este planteamiento se garantiza que tanto los puentes así como la vía preferencial del Circuito Interior no tendrán problemas de acumulación de agua sobre su rasante y de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad o inseguridad al pasar de un bombeo a una sobreelevación, ya que este cambio de pendiente se hace gradualmente en la sección transversal y a lo largo de la zona de transición.

Se ha determinado empíricamente que las transiciones pueden introducirse dentro de la curva circular hasta en un 50%, siempre que por lo menos la tercera parte de la longitud de la curva quede con sobreelevación completa.

4.- Dispositivos para el Control del Tránsito.

El Proyecto de los Dispositivos para el Control del Tránsito, especialmente el señalamiento y las marcas en el pavimento, debe hacerse conjuntamente con el Proyecto Geométrico, para obtener el equilibrio necesario entre ambos. El Proyecto Geométrico no puede considerarse completo sino hasta que se han determinado las necesidades de dispositivos de control y pueden éstos instalarse de tal manera que aseguren una operación segura y eficiente.

4.1. Presentación.

Se presenta un plano definitivo en planta del Proyecto Geométrico a una escala 1:500, en donde estarán representados los Dispositivos para el Control del Tránsito, principalmente el señalamiento horizontal y el señalamiento vertical, siendo sus funciones de tres clases: preventivas, restrictivas e informativas.

El objeto de este señalamiento es el de obtener el equilibrio necesario para que los vehículos circulen con mayor seguridad y comodidad, con un mínimo de conflictos con otros vehículos y para protegerlos de las condiciones ambientales.

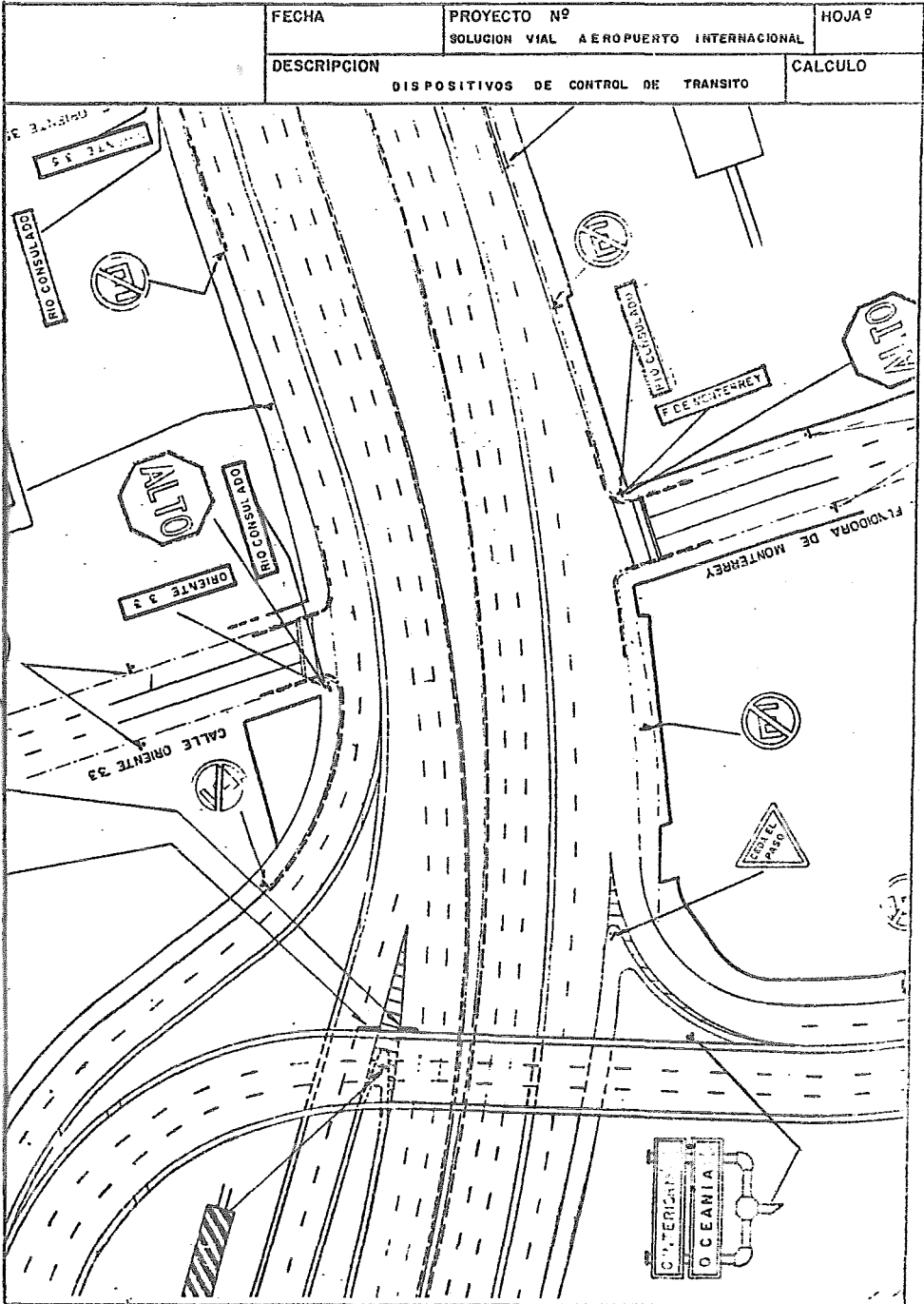
4.2. Planteamiento.

La guía que se utilizó para la realización del señalamiento en el Proyecto Geométrico, fué el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito.

Este manual presenta normas y especificaciones para lograr la uniformidad en el diseño y el uso de éstas se ve compensada con una mayor eficiencia en el uso del camino y una mayor seguridad en la operación vehicular.

Según sea la complejidad de la vialidad y de las variaciones del tránsito, así deberán ser también las características del sistema de control para orientar y proteger al usuario o peatón.

En la figura siguiente se ilustra con un ejemplo, la aplicación de señales y marcas en el pavimento.



V.- PROYECTO GEOMETRICO DEFINITIVO.

Esta parte comprende en la presentación de los planos ejecutivos que expresan la solución de cualquier aspecto de tipo geométrico que intervenga en el proyecto.

Para facilitar la representación de todos los detalles, se separaron los datos del proyecto en los planos de :

Planta General de Trazo.

Planta General de Constructiva Complementaria.

Perfiles Definitivos.

Planta General de Geometría Suplementaria.

Planta General de Secciones Niveladas.

Planta General de Afectaciones.

Planta General de Dispositivos de Control de Tránsito.

1.- Planta General de Trazo.

Se conoce con este nombre el plano en el que se definen, mediante referencias a puntos relevantes y permanentes de campo los ejes básicos para apoyar el trazo de los arroyos, las banquetas y las afectaciones que se originen por el proyecto.

Los puntos a los que son referidos los ejes, se denominan Puntos Obligados del trazo y se representan con las letras P.O., se utilizan dos P.O., para definir una tangente y la sucesión de dos o más tangentes unidas mediante curvas, es lo que se denomina un eje de trazo.

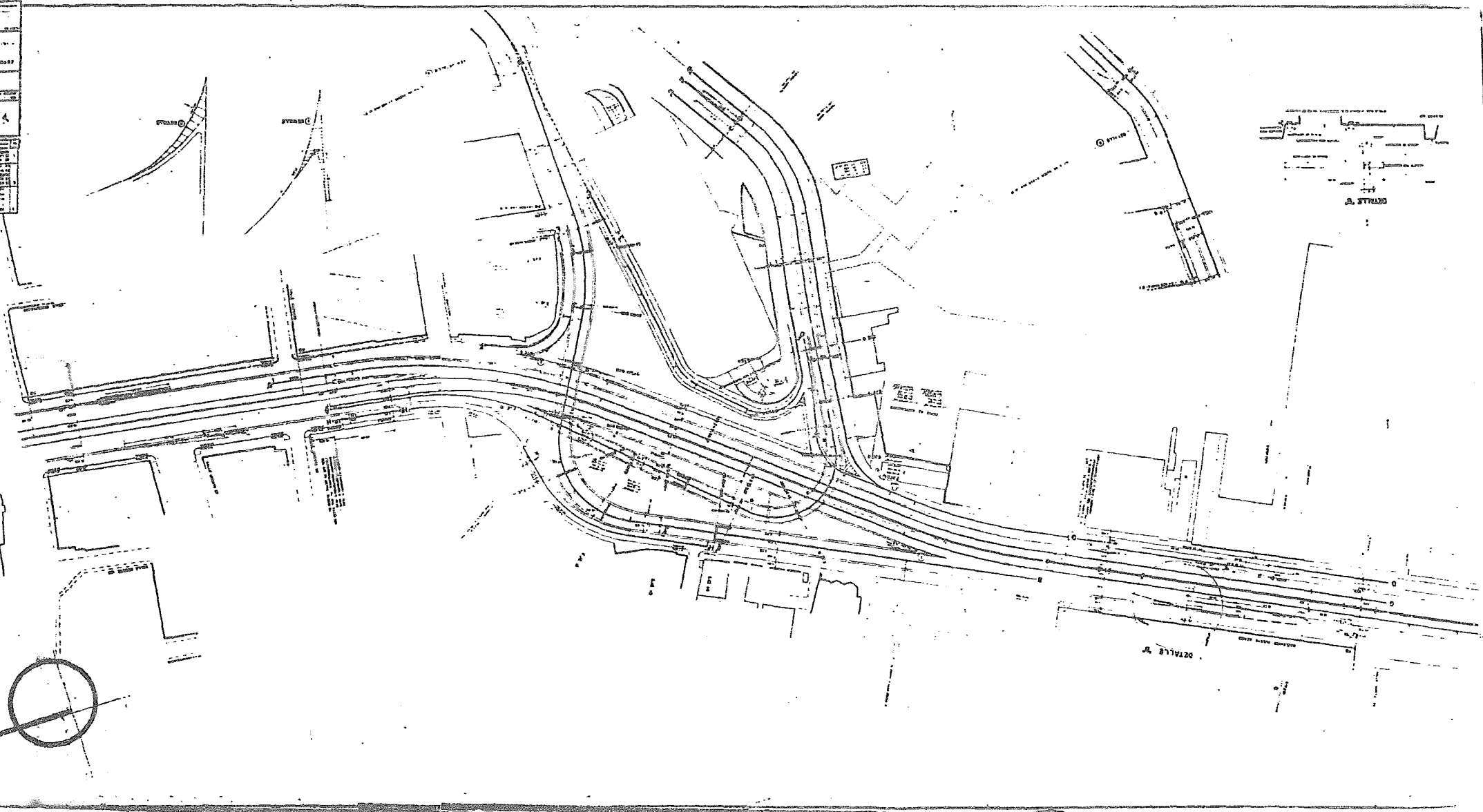
2.- Planta General de Constructiva Complementaria.

En este plano, como parte del proyecto se incluyen todos los datos ne
cesarios para la construcción de arroyos, banquetas y camellones.

Los anchos de las banquetas, los radios de curvaturas y la información
para la ampliación de las curvas, son elementos importantes de las --
secciones transversales que deben estar referenciadas a los ejes de --
trazo.

En todos los casos la información que se incluye en la planta construcu
tiva debe estar bien referenciada, de manera que se logre concatena-
ción de los datos de trazo con los datos de construcción.

PROYECTO DE OBRAS	
FECHA DE ELABORACION	FECHA DE APROBACION
FECHA DE EJECUCION	FECHA DE CANCELACION
AUTOR	
DISEÑADOR	
REVISOR	
APROBADO	
OTROS DATOS	



3.- Perfiles Definitivos.

Los planos de los perfiles están dibujados en la escala usual 1:500 - horizontal, y 1:50 vertical, indicando los cadenamientos y sus elevaciones respectivas.

El proyecto de la solución vial del Acceso al Aeropuerto Internacional "Benito Juárez", comprende en su alineamiento vertical los siguientes perfiles:

Puente Circuito Interior - Puerto Municipal

Puente Puerto México - Circuito Interior.

Estos perfiles representan los pasos a desnivel por arriba de la línea 5 del Metro, tienen una longitud total de desarrollo de 415.00 m y de 515.00 m respectivamente.

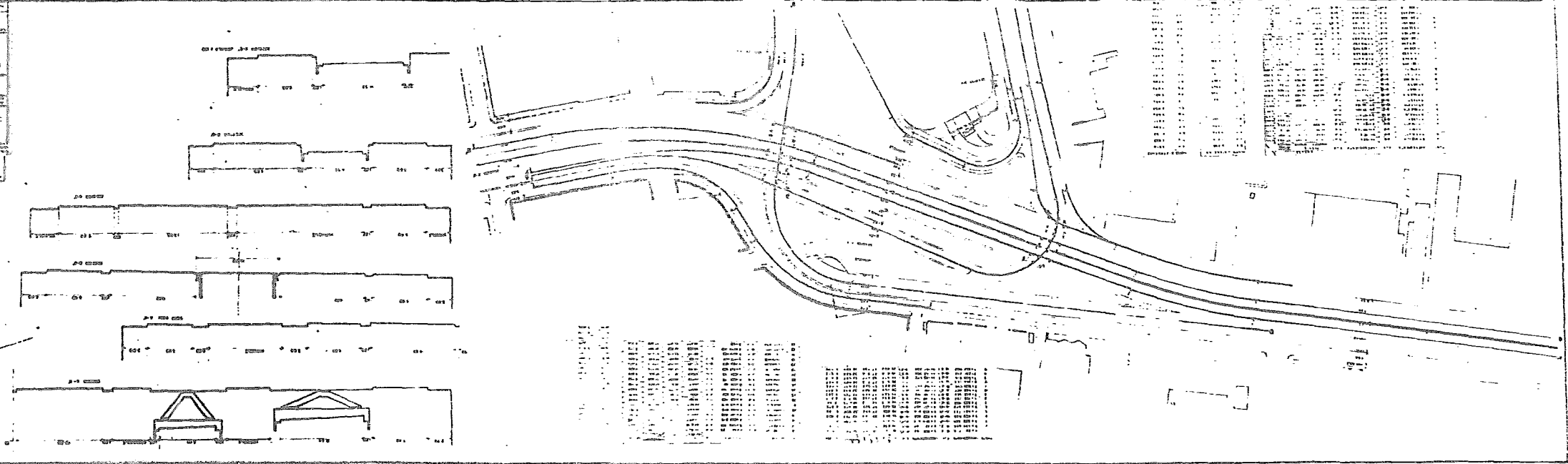
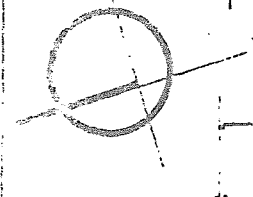
4.- Planta General de Geometría Suplementaria.

Como su nombre lo dice, este plano da la información adicional a la que se encuentra en los planos de geometría básica del proyecto, como son los tres planos antes descritos.

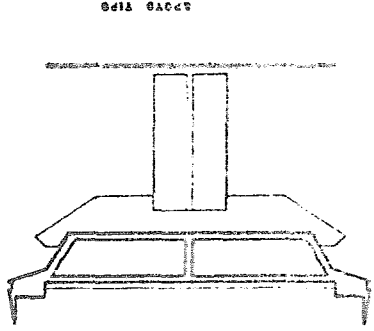
Este suplemento incluye la localización exacta, tanto en planta como en elevación de los puntos más relevantes del proyecto, tales como: intersecciones entre ejes de trazo, límites de losas en los pasos a desnivel, intersecciones de losas y muros, ángulos de intersección entre apoyos y losas, la intersección de los trazos de los arroyos con losas y con los apoyos de puentes.

La defenición de todos estos datos y su representación gráfica garantizan que las secciones transversales estén correctamente resueltas, respetando los galibos horizontales y los verticales.

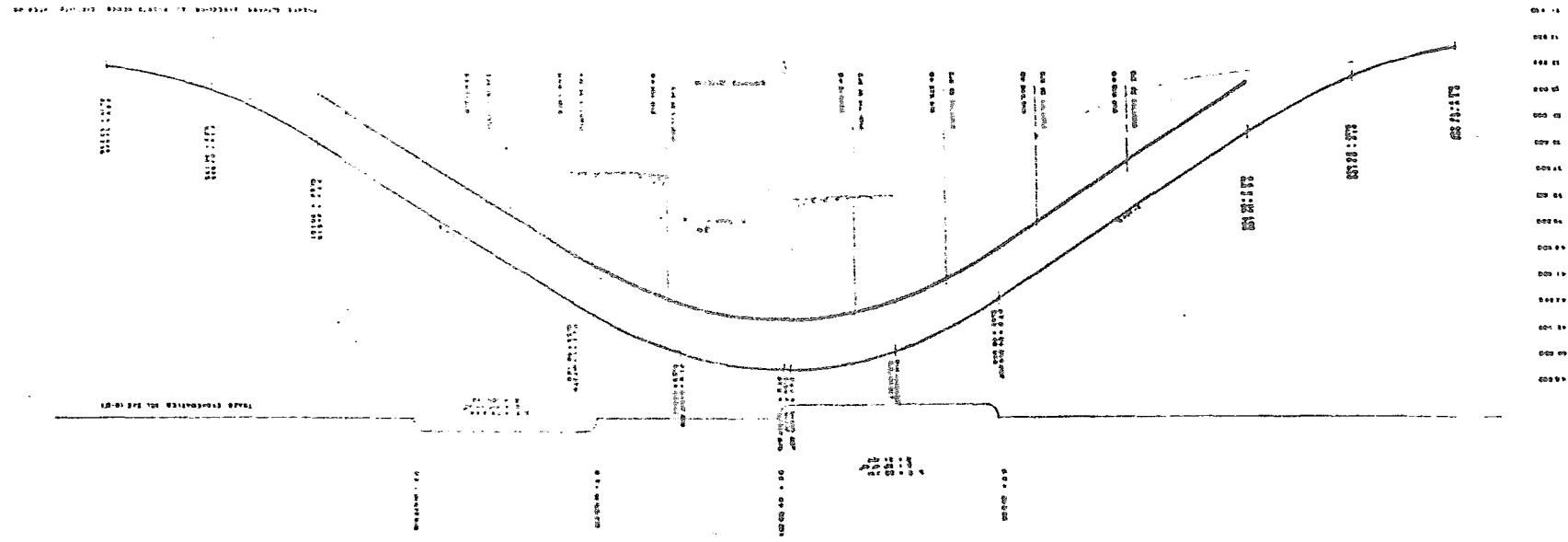
Professional Engineer
State of California
Professional Seal
No. 12345
Name: John Doe
Address: 123 Main St, San Francisco, CA 94101
Expiration Date: 12/31/2024



1951 PROPOSAL ESTIMATED INFORMATION APPROVED BY BOARD 1951	
1951 PROPOSAL ESTIMATED INFORMATION APPROVED BY BOARD 1951	
1951 PROPOSAL ESTIMATED INFORMATION APPROVED BY BOARD 1951	
1951 PROPOSAL ESTIMATED INFORMATION APPROVED BY BOARD 1951	



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



5.- Planta General de Secciones Niveladas.

El plano en planta de las secciones niveladas, concentra la información de niveles definitivos de proyecto, que deben de tener todos -- los arroyos que forman parte de la solución vial una vez concluída -- la obra.

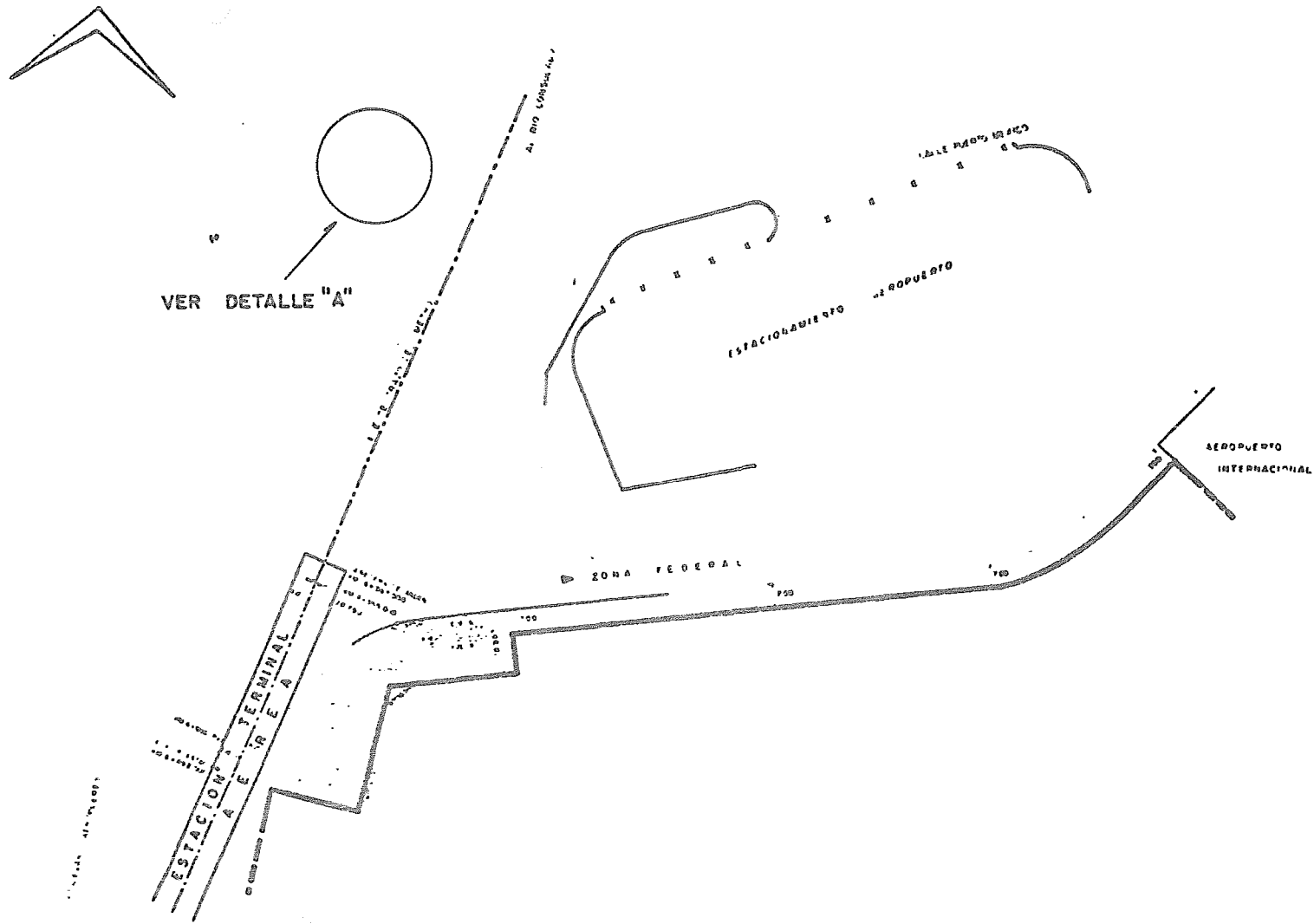
En este tipo de plano se da la información correspondiente a niveles de todas las cunetas (intersección de la carpeta asfáltica y la guarnición), de la corona de guarnición en los casos en que es necesario los niveles de parapetos y de paramentos.

Las secciones niveladas usualmente se dibujan en los planos cadeneados a cada 20.00 m, con respecto a su propio eje de referencia. En aquellos arroyos en los que hay más de un eje de trazo, los cadenamientos se dan con respecto al eje principal y se hace una igualación con los cadenamientos del otro eje, lo que resulta necesario para aclarar las condiciones en que está dada la información.

6.- Planta General de Afectaciones.

Las afectaciones a los predios públicos o particulares que deben realizarse por efectos de un proyecto vial, representan el mayor impacto de los que puede tener una obra de este tipo, para la estructura urbana de una ciudad, tanto en el aspecto social como en el económico.

El plano en planta de las afectaciones incluye únicamente el dimensionamiento, la referenciación y la representación gráfica de las nuevas líneas de paramento.



AFECCION POR ACCESO AREA 2,625 m²

AFECCION EN ZONA FEDERAL
 AFECCION EN ZONA NO FEDERAL

No.	MODIFICACION	FECHA	APROBADO
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO ENEP ACATLAN			
ING. SALVADOR ACEVEDO MARGUEZ ASESOR TÉCNICO			
PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA			
ENTRONQUE AEROPUERTO INTERNACIONAL			
.PLANTA GENERAL DE AFECTACION			
PLANO No.		TESIS PROFESIONAL	
		EPREN RAMIREZ PEREZ	
MODIFICACION No.			

FECHA

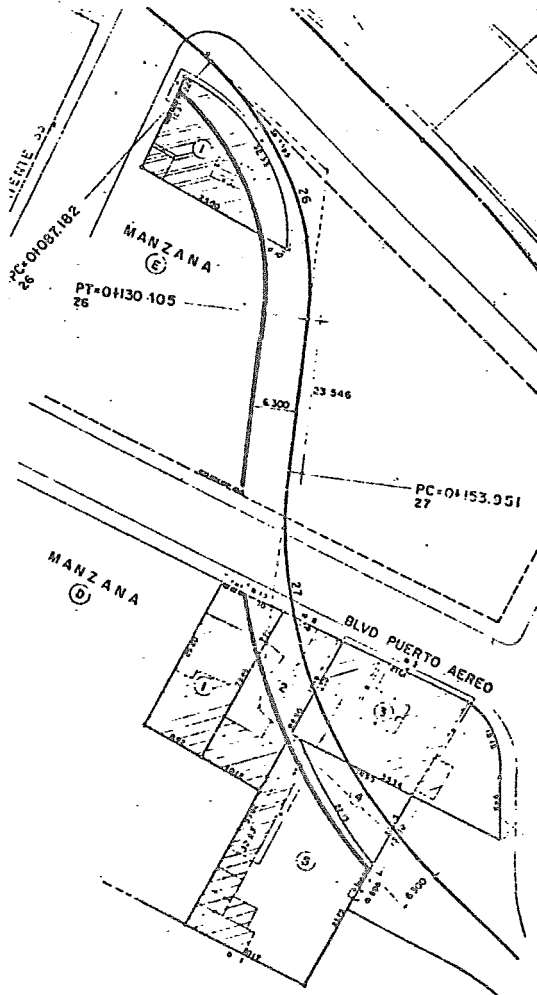
PROYECTO N°

HOJA 2

DESCRIPCION

SOLUCION VIAL AEROPUERTO INTERNACIONAL

CALCULO



DETALLE (A) DE AFECTACION

7.- Planta General de Dispositivos de Control de Tránsito.

Se presenta un plano definitivo en planta del Proyecto Geométrico a una escala 1:500, en donde estarán representados los Dispositivos - para el Control del Tránsito, principalmente el señalamiento horizontal y el señalamiento vertical, siendo sus funciones de tres clases: preventivas, restrictivas e informativas.

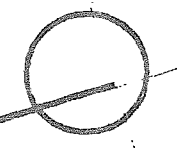
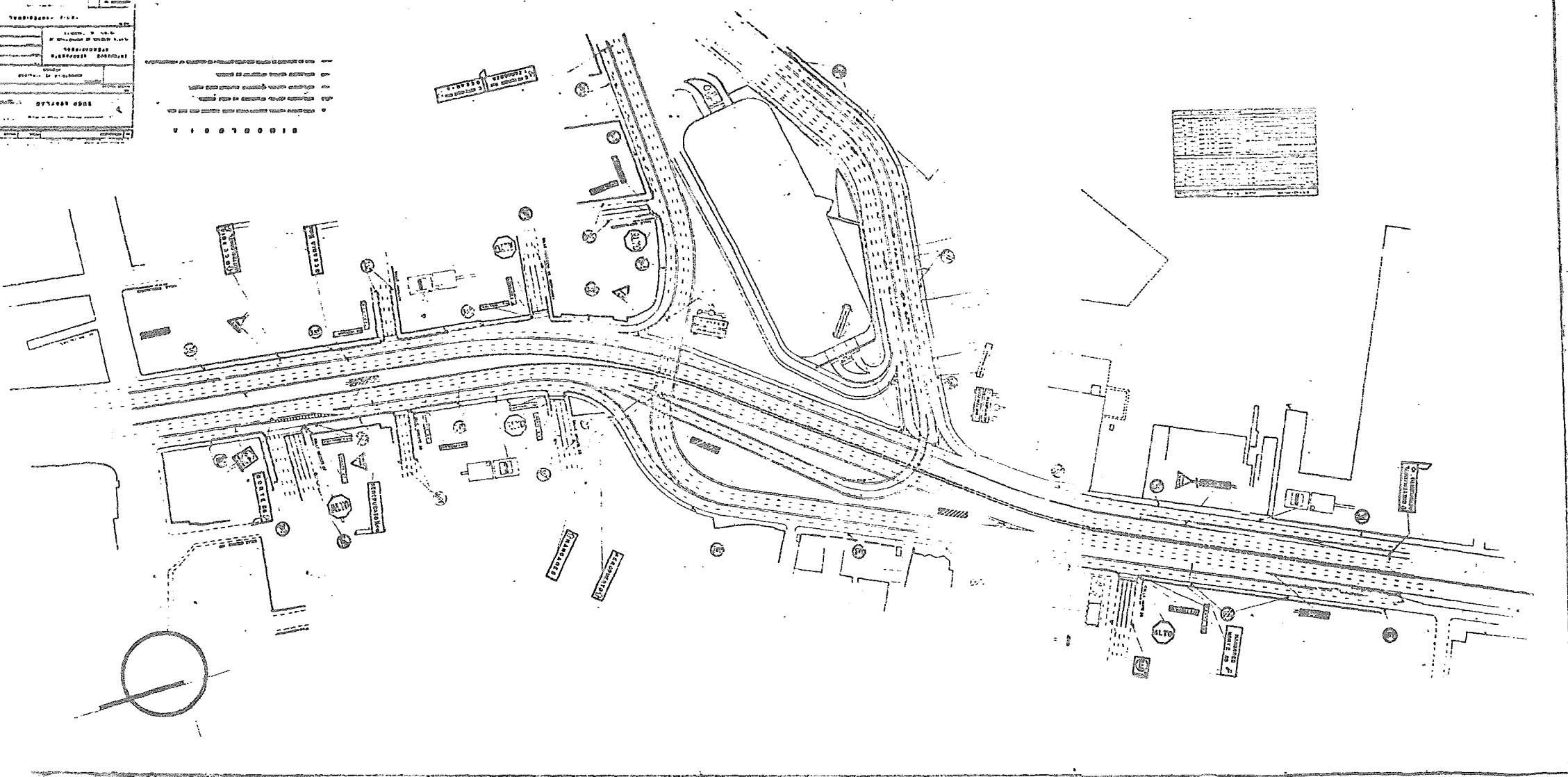
El objeto de este señalamiento es el de obtener el equilibrio necesario para que los vehículos circulen con mayor seguridad y comodidad con un mínimo de conflictos con otros vehículos y para proteger los de las condiciones ambientales.

1. TITLE 2. DRAWN BY 3. CHECKED BY 4. DATE 5. SCALE 6. SHEET NO. OF TOTAL SHEETS

010000001 A
 1. THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF THE U.S. AIR FORCE AND IS LOANED TO YOU FOR YOUR INFORMATION.
 2. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM.
 3. IT IS TO BE USED ONLY FOR THE PURPOSES FOR WHICH IT WAS ISSUED.
 4. IT IS TO BE RETURNED TO THE SOURCE OF ISSUE AT THE END OF THE LOAN PERIOD.
 5. ANY DAMAGE TO OR LOSS OF THIS DRAWING WILL BE YOUR RESPONSIBILITY.

1. THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF THE U.S. AIR FORCE AND IS LOANED TO YOU FOR YOUR INFORMATION.
 2. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM.
 3. IT IS TO BE USED ONLY FOR THE PURPOSES FOR WHICH IT WAS ISSUED.
 4. IT IS TO BE RETURNED TO THE SOURCE OF ISSUE AT THE END OF THE LOAN PERIOD.
 5. ANY DAMAGE TO OR LOSS OF THIS DRAWING WILL BE YOUR RESPONSIBILITY.

1. THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF THE U.S. AIR FORCE AND IS LOANED TO YOU FOR YOUR INFORMATION. 2. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM. 3. IT IS TO BE USED ONLY FOR THE PURPOSES FOR WHICH IT WAS ISSUED. 4. IT IS TO BE RETURNED TO THE SOURCE OF ISSUE AT THE END OF THE LOAN PERIOD. 5. ANY DAMAGE TO OR LOSS OF THIS DRAWING WILL BE YOUR RESPONSIBILITY.
--



CONCLUSIONES.

La solución vial presentada como definitiva en el Acceso al Aeropuerto Internacional, fué proyectada siguiendo los programas marcados por el actual gobierno federal, para responder a las necesidades conflictivas del lugar.

El desarrollo económico y social del país en los últimos treinta años explica el incremento del tránsito en esta intersección.

De acuerdo con los estudios estadísticos el tránsito ha crecido a una tasa anual acumulativa de 15%, lo que significa que, en promedio cada 3 años se ha duplicado el número de vehículos, provocándose de esta manera una rápida saturación. Las proyecciones al período 1982-1985 revelan una situación inadmisibile. La sobresaturación sería tan elevada que la operación de la intersección tendería a cero.

Los datos analizados en capítulos anteriores exhibieron la necesidad de resolver el tránsito en la intersección con un proyecto a desnivel.

La nueva solución aloja dos pasos a desnivel elevados (Pto. México - Blvd. Aeropuerto y Río Consulado - Pto. Municipal), una línea de Metro N°5 en subterráneo y un tramo de la ampliación del Circuito Interior a nivel.

Los beneficios a la economía nacional que aportará dicha solución durante su vida útil, superan en un 50% a la inversión requerida para su construcción, conservación, reconstrucción y operación.

Los beneficios a los usuarios que derivan de la solución son muchos e importantes entre ellos destacan el ahorro en tiempo y en dinero.

La mayor rapidez en las comunicaciones y disminución de los costos del transporte ampliará el área de los mercados y contribuirá al desarrollo económico de la zona que rodea al entronque.

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

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras
S.A.H.O.P. 1.^a Edición, 4.^a Reimpresión, 1976

Manual de Dispositivos de Control de Tránsito
S.A.H.O.P. 4.^a Edición, 1977

Ingeniería de Tránsito
Rafael Cal y Mayor I.C.I.T.
5.^a Edición, 1978
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

Notas del Curso del Proyecto Geométrico de Vialidad Urbana
División de Estudios Superiores, Facultad de Ingeniería
U.N.A.M., 1978

Ingeniería de Tránsito
Dir. Gral. de Ing. de Tránsito y Transportes del D.F.
D.D.F., 1974

Normas de Proyecto Geométrico para la Vialidad Urbana
C.O.VI.T.UR., D.D.F., 1978

Publicaciones Técnicas sobre Temas de Ingeniería de Tránsito
S.A.H.O.P., México, D.F.

Topografía

Miguel Montes de Oca

4^a Edición, 1977

Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito

Rafael Cal y Mayor I.C.I.T.

Edición en español

Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

Plan Rector de Vialidad y Transporte,

Plan Director para el Desarrollo Urbano del D.F.

D.D.F., 1978

M-0028642