

35
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROYECTO GEOMETRICO PARA LA SOLUCION VIAL
DE LAS AVENIDAS UNIVERSIDAD Y COYOACAN
CON EL CIRCUITO INTERIOR**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
ANGEL CERVANTES VELAZQUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

- I. INTRODUCCION.
 - I.1 Definición del Problema.
 - I.2 Características Físicas Existentes.
- II. ANTECEDENTES.
 - II.1 Factores de Planeación.
 - II.2 Restricciones y Requerimientos.
 - II.3 Alternativas de Solución.
 - II.4 Características Operacionales.
 - II.5 Análisis de las Alternativas.
- III. OBTENCION DE DATOS TOPOGRAFICOS.
 - III.1 Planimetría.
 - III.2 Altimetría.
- IV. PLANTA GENERAL DE TRAZO.
- V. PLANTA CONSTRUCTIVA COMPLEMENTARIA.
- VI. PLANOS DE PERFILES.
- VII. PLANTA DE SECCIONES NIVELADAS.
- VIII. PLANO DE GEOMETRIA SUPLEMENTARIA
- IX. PLANO DE SECCIONES DE CONSTRUCCION.
- X. PLANTA DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO.
- XI. CONCLUSIONES.

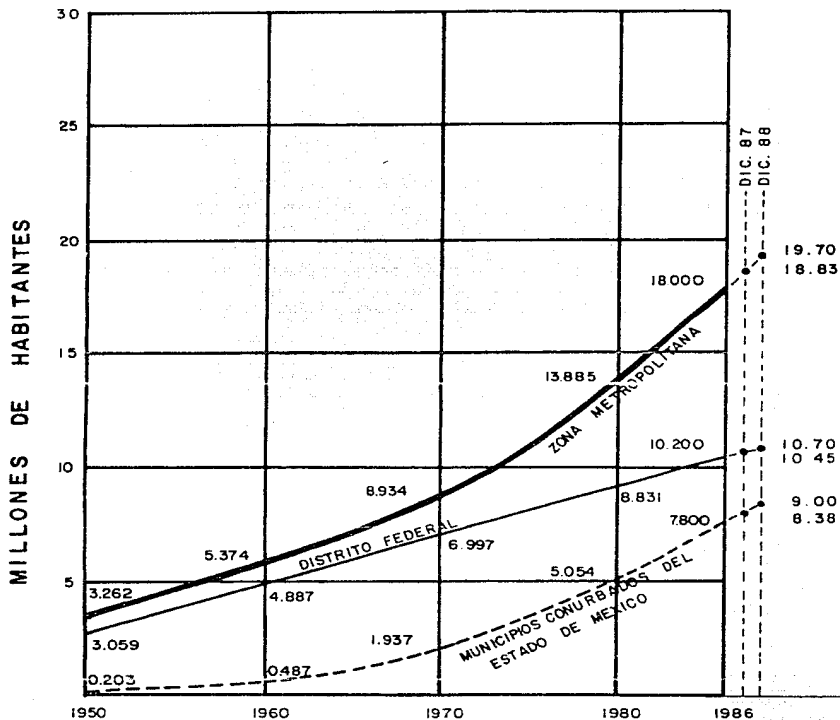
I. INTRODUCCION.

La población de la Ciudad de México es considerada actualmente la más grande del mundo. Se estima que en 1987, se alojan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) 18.83 millones de habitantes, de los cuales 10.45 millones corresponden al Distrito Federal y los restantes 8.38 a los municipios conurbados del Estado de México. (Lámina 1)

Esta enorme población genera diariamente cerca de 26.91 millones de viajes/persona/día (vpd) de los que el 83.80% (22.55 millones vpd), se realizan en transporte público y el 16.20% (4.36 millones vpd) en vehículos particulares.

Para satisfacer esta demanda de transporte, los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México han llevado a cabo acciones tendientes a mejorar las condiciones de los traslados: en vialidad, con la construcción de vías de acceso controlado, pasos a desnivel y solución de cruces a nivel mediante semaforización y señalamiento; en transporte con la creación de rutas de autobuses de largo recorrido (red ortogonal, sistema de transporte troncal), líneas del Metro y paraderos para intercambio de modos de transporte.

Evidentemente, todas las mejoras a la estructura vial ayudan a la mejor operación del transporte individual y público. La continuidad de las calles y el correcto funcionamiento de los dispositivos para el control del tránsito, agilizan la circulación, disminuyen las demoras y aumentan la velocidad de operación.



NOTAS: 1- LOS DATOS DEL DISTRITO FEDERAL HASTA 1980, CORRESPONDEN AL PLAN DE DESARROLLO URBANO Y AL X CENSO GENERAL DE POBLACION. LAS PROYECCIONES SE BASAN EN LOS PROGRAMAS DE SEDUE PARA EL AÑO 2000.

2- LOS DATOS HASTA 1988 Y EL DEL AÑO 2000, CORRESPONDIENTES AL ESTADO DE MEXICO, SON LOS QUE APARECEN EN EL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO, 1983 - 19 88.

3- LAS CIFRAS PARA 1987 Y 1988 SON PROYECCIONES CON TASAS 80 - 86

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
INCREMENTO DEMOGRAFICO
DE LA CIUDAD DE MEXICO

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.

LAMINA 1

Para lograr estas condiciones de funcionamiento efectivo del tránsito, es necesario desarrollar proyectos integrales de ingeniería de tránsito, que den por resultado las mejores condiciones de circulación a través del análisis de los volúmenes de vehículos, la geometría adecuada a la máxima velocidad de proyecto posible y a las necesidades de información y seguridad vial en cada punto en que se lleve a cabo un proyecto de vialidad.

En este trabajo, se desarrollará una metodología para el proyecto geométrico de entronques viales a desnivel en zonas urbanas, que es aplicable a cualquier condición de localización tomando en cuenta las normas correspondientes a caminos interurbanos (carreteras) o a zonas francamente rurales.

La secuencia metodológica se dará utilizando como ejemplo el proyecto de las intersecciones de las avenidas Coyoacán y Universidad con el Circuito Interior, en la zona sur de la Ciudad de México. Para quienes estén familiarizados con esta parte del Distrito Federal, resultará clara la utilidad de una solución eficiente a la compleja situación del tránsito en el triángulo formado por las tres avenidas mencionadas.

El contenido se expresa en el índice; en este se pueden identificar todos los elementos geométricos de planimetría y altimetría necesarios para resolver un entronque vial a desnivel, así como los estudios, análisis, proyectos y métodos complementarios para el correcto funcionamiento del proyecto.

I.1. DEFINICION DEL PROBLEMA.

El problema por resolver consistió en encontrar una solución vial económica y eficiente al triángulo que forman las avenidas Coyoacán y Río Churubusco; debido a que estas tres vías son de doble sentido de circulación, no se pudo lograr una solución eficaz mediante semáforos y señalamiento. La sincronización de un sistema vial, de este tipo, es generalmente imposible, sobre todo cuando existen, como en este caso, grandes volúmenes de vehículos que realizan prácticamente todos los movimientos direccionales posibles.

Esta situación, provocaba aglomeraciones y las consecuentes demoras en los tres cruces: dada la cercanía entre las intersecciones, las esperas en una de ellas generaba la congestión del tránsito en la intersección contigua. En la hora de máxima demanda, los conflictos se agudizan, por lo tanto, la única solución variable se basó en eliminar la mayor cantidad de conflictos, dando continuidad al volumen más grande y resolviendo con dos fases de semáforos los cruces viales.

Los pasos necesarios para la solución de este problema constituyen el cuerpo de este trabajo.

I.2. CARACTERISTICAS FISICAS EXISTENTES.

El sistema vial, motivo de este documento, se localiza al sur de la Ciudad de México, en la confluencia de las delegaciones políticas de Coyoacán, Benito Juárez y Alvaro Obregón. Por este hecho, resulta un proyecto de características muy especiales:

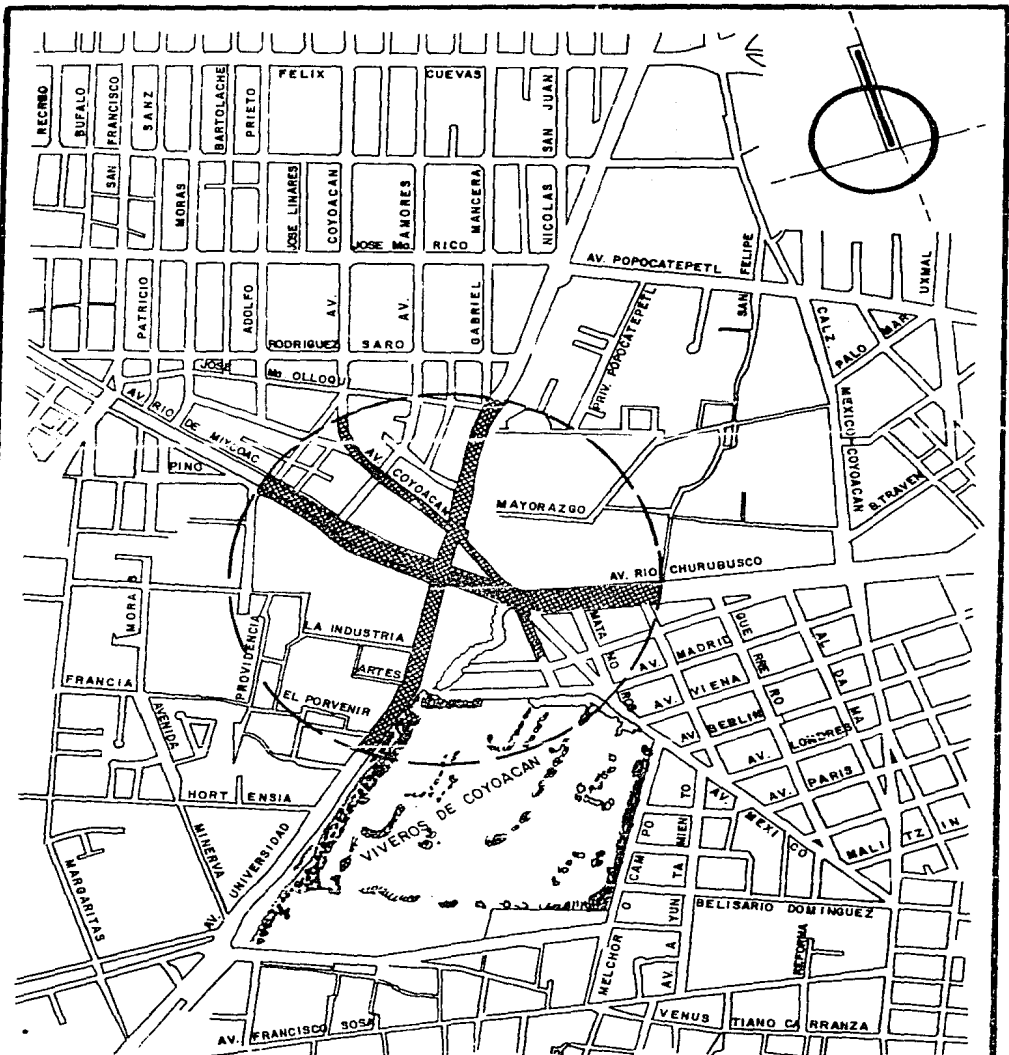
Debe conciliar los intereses de los habitantes de tres entidades políticas con representaciones distintas y sistemas de atención a los problemas comunitarios diferentes. Aunque con un problema común.

La geografía del lugar está determinada por las condiciones naturales preexistentes; el Circuito Interior se ubica sobre lo que fué el lecho del Río Mixcoac, conocido en su continuación como Río Churubusco (por lo que cambia de nombre) este río fué entubado para facilitar el tránsito de vehículos en la década de los años '60 y por esa misma época se hicieron los trabajos de descarga en ese entubamiento, del Río Magdalena. La Calzada México-Coyoacán se acondicionó y se construyó la Av. Universidad para acceder a la nueva Ciudad Universitaria. En todos los casos, se aprovecharon derechos de vía existentes para la formación de la estructura vial de la zona. La lámina 2 representa un detalle de la estructura urbana de la zona de influencia del conjunto vial y hace evidente la integración de un poblado rural al inevitable crecimiento urbano de la ciudad.

Las condiciones geométricas de las avenidas, se pueden resumir como sigue:

- El tramo de proyecto sobre la Av. Río Churubusco, se limita al Oriente por la calle Mina y al Poniente por Manzano.

Esta avenida opera en doble sentido de circulación, en dirección Oriente-Poniente. Está formada por cuatro apoyos de circulación que conforman un esquema de vía controlado, con cierta continuidad en los arroyos centrales pero controlada con semáforos en los cruces de nuestro interés. La sección transversal su promedio es de 6.50 m de ancho en



UNAM
 FACULTAD DE
 INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
 CROQUIS DE LOCALIZACION

TESIS PROFESIONAL
 ANGEL CERVANTES V.

LAMINA 2

las calles laterales, 10.50 m en los arroyos centrales, un separador central de 1.98 m y dos camellones de 4.50 m y 10.50 m, en promedio de la Av. Universidad al poniente, la sección transversal cambia y únicamente conserva los carriles laterales con 10.50 m de ancho y un camellón central de 28.00 m de promedio.

La avenida Universidad está considerada como vía primaria de la Ciudad; al sur de Río Churubusco es el límite entre las Delegaciones Coyoacán y Alvaro Obregón, al norte, pertenece a la Delegación Benito Juárez. Esta avenida opera con doble sentido de circulación en dirección nororiente-surponiente, tiene una sección transversal formada por banquetas de 3.00 m de ancho en promedio, arroyos de 12.00 m y un separador central de 1.90 m.

La avenida Coyoacán termina con este nombre al llegar al cruce con Río Churubusco, proveniente del norte, pertenece a la Delegación Benito Juárez y es parte del Eje Vial 3 Poniente.

El tramo de la Av. Coyoacán que forma parte del proyecto, va de Av. Universidad a Río Churubusco, opera con doble sentido de circulación de norponiente a suroriente y viceversa, y su sección transversal es como sigue: una banqueta de 3.65 m, un arroyo de 13.05 y otro de 11.90 m, un camellón que los separa de 6.50 m y una banqueta de 2.45 m de ancho.

La continuación de la Av. Coyoacán, hacia el sur, se logra con las calles Josefa Ortiz de Domínguez y la Av. México. Josefa Ortiz de Domínguez, es una calle de un solo sentido de circulación (norponiente-suroriente) que da acceso directo a la zona central de Coyoacán la sección típica de esta calle está

formada por un arroyo de 14.00 m de ancho y banquetas a ambos lados de 4.00 m.

La Avenida México es el complemento de la operación en doble sentido de la Av., Coyoacán, pues funciona en sentido suroriente-norponiente y capta el flujo de Coyoacán hacia el centro en un arroyo de 12.00 m de ancho con tres carriles de circulación; las banquetas son de 4.10 y 3.90 m para dar un total de 20.00 m de paramento a paramento.

II. ANTECEDENTES.

Las características actuales de la Ciudad de México son el resultado de un incremento enorme y desordenado, que se inicia con el siglo XX y posteriormente lo propician las políticas económicas y poblacionales prevalecientes a partir de 1940.

En la Ciudad de México se concentró la población en la misma medida que las actividades económicas, los servicios administrativos y el poder político. Para satisfacer las demandas de suelo urbano que requería este crecimiento, se transformaron los suelos rurales que rodeaban la capital del país.

La distribución precortesiana de los pueblos y la traza urbana definida en la época colonial, determinaron en gran medida las condiciones del crecimiento de la ciudad. Los asentamientos humanos existentes tuvieron su propio crecimiento, que agregado a los asentamientos adyacentes a las principales calzadas de acceso a la zona central, provocó la conurbación de la población central con la de la periferia.

Todavía en la primeras décadas del siglo se podían identificar con claridad las poblaciones circundantes que al conurbarse dieron como resultado una estructura vial reticular formada por vías radiales que convergen aproximadamente en el centro histórico de la ciudad, unidas entre sí por calles transversales que en algunos casos llegaron a formar circuitos tales como el Anillo Periférico y el Circuito Interior.

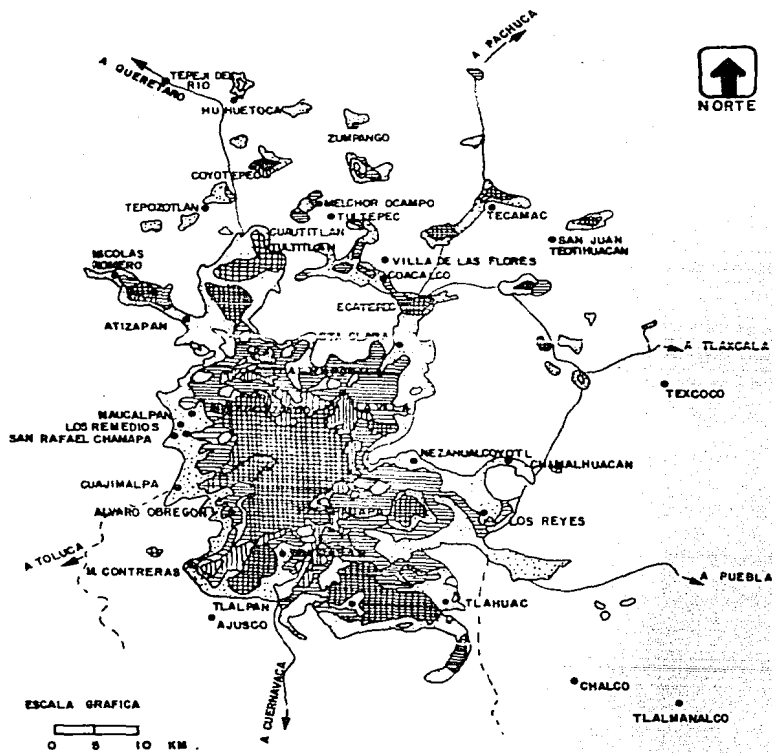
Comparativamente con el año 1910, en solo once años, el número total de habitantes de la capital casi se duplicó y para 1930, en dos décadas escasas, estaba ya cerca de triplicarse. La superficie urbana creció

entre 1910 y 1921 en 6.0 Km² para llegar a ocupar 86.3 Km². La tendencia de esta etapa se mantuvo durante la siguiente década y posteriormente se incrementó al grado de tener 372 Km² con 6.33 millones de habitantes en 1965. Para esta fecha se habían rebasado considerablemente los límites del Distrito Federal y se empezaba a utilizar el concepto de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. (ZMCM) (Lámina 3).

Para 1970, ya se consideraban conurbados once municipios del Estado de México: Naucalpan; Tlalnepantla; Atizapán; Cuautitlán; Tultitlán; Tepotzotlán, Nezahualcóyotl; La Paz; Chalco; Chimalhuacán; Tezcoco y algunos poblados de otros municipios cercanos, para esta fecha el área urbanizada alcanzó los 650 Km², casi el doble que en 1965.

La tendencia de urbanización para esa fecha ya era incontrolable y aunque la política de planificación expresada en la Ley General de Asentamientos Humanos tiene como fin propiciar la descentralización económica y la distribución de la población en todo el territorio nacional, no ha podido controlarse el crecimiento de la ZMCM y se supone que seguirá aumentando. (Lámina 4).

Con la transformación de suelo rural a urbano, se presentó la necesidad de crear vías de acceso a las nuevas zonas de habitación, las que formaron la estructura vial de la nueva ciudad. Estas nuevas vías tomaron como base los antiguos caminos, calzadas y canales, para ir formando la red de comunicación entre poblados y la retícula de acceso a predios y zonas de servicio público que permitieron el desarrollo de la vida diaria de la ciudad.



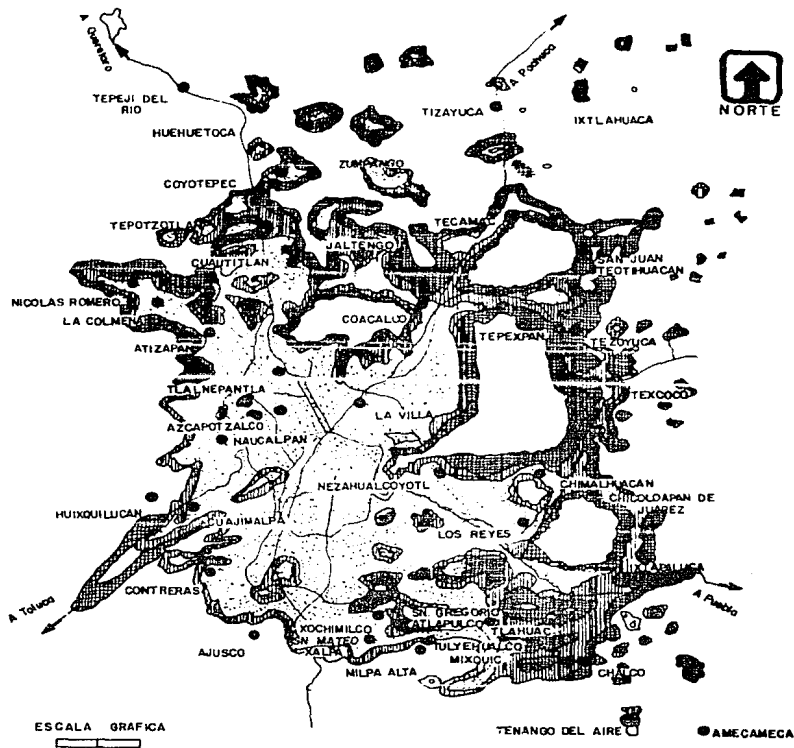
Simbología	Mancha Urbana	
		1950 ; 242 Km ²
		1960 ; 390 Km ²
		1970 ; 650 Km ²
		1980 ; 988 Km ²
	1987 ; 1230 Km ²	

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
CRECIMIENTO HISTORICO DE LA
URBANIZACION DE LA CIUDAD DE MEXICO

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.

LAMINA 3



Simbología	Mancha Urbana (CRECIMIENTO REGULADO)								
	<table border="0"> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></td> <td>1988 ; 1270 Km²</td> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #808080;"></td> <td>1994 ; 1420 Km²</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #404040;"></td> <td>2000 ; 1580 Km²</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		1988 ; 1270 Km ²		1994 ; 1420 Km ²		2000 ; 1580 Km ²		
		1988 ; 1270 Km ²		1994 ; 1420 Km ²					
	2000 ; 1580 Km ²								

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
ORIENTACION Y MAGNITUD DEL CRECIMIENTO
URBANO EN LOS HORIZONTES DE PROYECTO

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.
LAMINA 4

Fueron muchos los incentivos de crecimiento de la gran ciudad: hacía 1917 se establecieron las primeras rutas de camiones para el transporte público de pasajeros, acercando poblados tan distantes como Tacubaya, Coyoacán e Iztapalapa.

Para 1925, el uso del automóvil significó mejoras en la transportación resultantes de un registro de 21,200 vehículos en la capital.

Hacia 1930 y 1940 los trabajos de incorporación a la red vial de avenidas importantes como Chapultepec, Bucareli, 5 de Mayo, Paseo de la Reforma y el primer Anillo de Circunvalación, resultaron indispensables para atender el creciente número de autos en circulación; además se hicieron necesarias nuevas vías: Insurgentes, Revolución, 20 de Noviembre, Cuauhtemoc y otras en que se aprovecharon los derechos de vía de ríos y canales, líneas de ferrocarril o de tranvías que era conveniente transformar para satisfacer la demanda de traslados de colonias nuevas o poblados en crecimiento.

Para 1946, las políticas económicas habían propiciado el establecimiento de industrias en Vallejo, Ecatepec, Tlalnepantla y Naucalpan, acelerando el proceso de conurbación al norte y en Iztacalco, Iztapalapa y Tlalpan, al sur.

En la década de los años 50, la densificación de la zona central de la ciudad y de colonias como Jamaica, Guerrero y Peralvillo (800 a 1000 habitantes/Ha), y la creación de colonias de alto nivel económico en el sur y el oeste de la ciudad, así como la construcción de la Ciudad Universitaria en Coyoacán, provocaron un incremento importante en la demanda de transporte público de vías que atendieran al creciente número de vehículos de la capital.

A partir de 1950, el problema de vivienda se agudizó al irse degradando las colonias de la zona central y obligando la urbanización hacia todos los rumbos de la periferia. También en estos años se inició la construcción de edificios multifamiliares que congregaron grandes grupos de personas que naturalmente requirieron transporte y vías de acceso. Para 1965, ya existían las unidades multifamiliares Miguel Alemán, Benito Juárez, Ciudad Universitaria, Jardín Balbuena, Tacubaya y Nonoalco-Tlaltelolco entre las más conocidas.

También es importante comentar que en 1965, se tenían registrados en la Dirección de Tránsito 309,710 vehículos automotores, lo que da una idea de la magnitud del movimiento de automóviles y autobuses que circulaban en la ciudad. Se estima que para esa fecha se realizaban 8'383,000 vpd de los cuales 6'370,000 eran en transporte público y los otros 2'000,000 en transporte particular de todo tipo (autos, bicicletas, motocicletas y vehículos de carga).

El transporte de pasajeros foráneos y suburbanos superaba el medio millón diariamente y tenían como principales orígenes y destinos Querétaro, Pachuca, Toluca, Cuernavaca y Puebla. En esa época no estaban concentradas las terminales y muchas rutas llegaban al centro de la ciudad por lo que los viajeros foráneos debían cruzar la ciudad; además de que este tipo de autobuses daba servicio urbano, haciendo paradas continuas y complicando aún más la operación vehicular.

La red vial de la Ciudad de México en 1965, era considerablemente grande, cubría 37,200 Ha y servía a 6'330,00 habitantes; tenía comunicación con varios municipios del Estado de México a través de las

carreteras federales y contaba con las tres primeras vías de acceso controlado: Calz. de Tlalpan, Viaducto Miguel Alemán y el arco poniente del Anillo Periférico. Por las características de estas vías fue necesario resolver un gran número de cruces viales a desnivel modernizando la vialidad principal de la ciudad y mejorando considerablemente los tiempos de traslado en esas importantes calles de la ciudad.

Sin embargo, como la vialidad está formada por todas las calles, instalaciones y estacionamientos dedicados al servicio del tránsito de vehículos y peatones de la ciudad, y la vialidad del Distrito Federal distaba mucho del haber mejorado en forma integral, por esto, las acciones del gobierno local se fueron encauzando a mejorar los servicios de la vía pública: pavimentación, alumbrado, drenaje, agua potable, semáforos y transporte público principalmente.

En 1967, el problema de transportación era tan grave que se decidió iniciar la construcción del ferrocarril metropolitano (METRO) para cuyo control, operación y administración se creó el organismo descentralizado del gobierno del Distrito Federal: Sistema de Transporte Colectivo (STC). A través de esta dependencia se construyeron las Líneas 1, 2 y 3 que para 1970 ya habían sido terminadas en su primera etapa: La Línea 1 de Zaragoza a Tacubaya, La Línea 2 de Taxqueña a Tacuba y La Línea 3 de Tlaltelolco a Hospital General.

Coincidentes con las obras del Metro se realizaron obras viales de gran importancia, tales como las adecuaciones a las Calzadas México-Tacuba y Ribera de San Cosme, el aprovechamiento del derecho de vía que utilizaba el tranvía en Tlalpan y los cruces a desnivel de Municipio Libre y de Zapata para la Línea 2.

En el recorrido de la Línea 1, se mejoró la Calzada Ignacio Zaragoza, en la que se construyeron los paraderos de autobuses de las estaciones Zaragoza y San Lázaro, el puente sobre la estación Aeropuerto, para dar continuidad al Boulevard Aeropuerto que actualmente forma parte del Circuito Interior Oriente. En la parte poniente de la línea se construyeron la Glorieta y el Distribuidor Chapultepec, que da solución a las intersecciones del Paseo de la Reforma con Mariano Escobedo, Melchor Ocampo, Tíber, Pedro A. de los Santos y logra integrar los flujos vehiculares de esta importante zona de la ciudad.

La Línea 3, fué la de menores repercusiones en la vialidad coincidente, pero logró mejoras importantes en el aspecto exterior de las estaciones de transferencia entre las líneas 1 y 2 y de las líneas 2 y 3, y de las líneas 1 y 3: Pino Suárez, Hidalgo y Balderas.

Un período sexenal (1971-1976), tuvo muy pocas obras viales en su programa de trabajo, pero en él se hicieron grandes trabajos de infraestructura hidráulica de gran importancia para la seguridad de la ciudad: el Interceptor Poniente, el Interceptor Central y el Emisor Central, obras que como consecuencia ayudaron a la buena operación del tránsito ciudadano al evitar las inundaciones anuales que tanto afectaban a los traslados de los capitalinos.

En 1977 y 1978, se reanudaron los estudios, proyectos y obras necesarias para agilizar el tránsito y el transporte urbano, además se realizaron reformas de la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal, tendientes a establecer normas y reglamentos que dieron mayor importancia a los trabajos de atención y arreglo del tránsito y el transporte del D.F. Se reiniciaron

los proyectos del Metro y se planteó un Plan General de Desarrollo Urbano para el Distrito Federal. En este plan, tuvo relevante importancia el aspecto de traslados, por lo que se incluyeron los planes de vialidad, transportes y estacionamientos, como parte sustancial de la ordenación urbana de la capital. El plan de vialidad incluyó uno de los planteamientos urbanos más ambiciosos que se hayan llevado a cabo: el sistema de Ejes Viales, cuyo objetivo fué dar a la ciudad una retícula de calles ortogonales que permitiera la realización de viajes de largo recorrido en la ciudad con un mínimo de cambios de dirección; de esta manera, cualquier persona podría viajar entre dos puntos de la ciudad usando calles de gran continuidad con un mínimo de cambios de dirección y con cruces semaforizados sincronizados a modo de garantizar velocidades de operación mínima de 60 KPH, que es la velocidad máxima no restringida por el Reglamento de Tránsito del Distrito Federal. La primera etapa de construcción de los ejes viales se concluyó en 1979 y comprendió una red de 16 calles primarias en sentido Norte-Sur, y de otras tantas en sentido Oriente-Poniente, limitadas por el Circuito Interior.

La realización de este gran proyecto hizo evidente el beneficio que da el atender adecuadamente los problemas de vialidad y de transporte, lo que ayudó a consolidar los planes urbanos relativos. Para el transporte masivo se inicio la segunda etapa de construcción del Metro y la consecuente realización de obras viales de importancia inegable para el tránsito de automotores.

Las líneas 4, 5 y 6 y la prolongación de la Línea 3 hacia Indios Verdes y hacia Zapata, constituyeron las metas de la segunda etapa (1974-1981). Con estos traba-

MODO DE TRANSPORTE	VPD	%
* METRO	7.94	29.5
AUTOBUSES URBANOS	6.46	24.0
AUTOBUSES SUBURBANOS	3.77	14.0
TROLEBUSES	0.62	2.3
TAXIS COLECTIVOS	3.23	12.0
TAXIS LIBRES Y DE SITIO	0.53	2.0
AUTOMOVIL PARTICULAR	3.76	14.0
OTROS	0.60	2.2
	<u>26.91</u>	<u>100.0</u>
	4.36	16.2
	<u>22.55</u>	<u>83.8</u>

U N A M
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
DISTRIBUCION MODAL DE VIAJES EN LA
ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD
DE MEXICO - DICIEMBRE - 1987.

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.

L A M I N A 5

trucción del Eje Vial 10 Sur, que comunica al cruce de San Jerónimo y Periférico con División del Norte y la Calz. De Las Rosas en la colonia El Rosedal; además propició la creación de vías primarias para alimentación de la estación Universidad y se logró una mejoría considerable en diversos cruceros y en la semaforización general de la zona.

La Línea 7 tiene como principal característica el haber sido construida en túnel con profundidad promedio a la clave del túnel de 18.0 metros. Este procedimiento constructivo fue ventajoso respecto de otras líneas debido a que no afectó el tránsito normal de los vehículos en las calles del trazo de la línea; para la construcción de todas las otras líneas se requirieron desvíos del tránsito que en ocasiones llegaron a afectar grandes zonas de la ciudad y muy importantes volúmenes vehiculares.

La cuarta etapa de construcción del Metro (1983-1988), se vió acompañada de un ambicioso programa de proyecto y construcción de infraestructura para el transporte, que incluye la prolongación al Oriente, de la Línea 6 para hacer correspondencia con la Línea 4 en Martín Carrera, la prolongación hacia el Norte de la Línea 7 para llegar a la terminal común con la Línea 6 en El Rosario, la construcción de la Línea 9 entre Pantitlán y Tacubaya, con la opción de continuar hasta Observatorio; además se realizaron proyectos para el Metro Ligero (que satisface menores volúmenes de demanda) y un gran número, de mejoras a la estructura vial tales como el distribuidor Zaragoza en el cruce de esa avenida con la Av. Ocho, los proyectos para cruzar sobre el futuro Metro Ligero de Zaragoza en las calles de Javier Rojo Gómez; J. Crisóstomo B.; Vicente Villada;

jos, se realizaron el Eje Vial 2 Oriente, alojando la primera línea de estructura elevada del sistema, el arco Oriente-Norte del Circuito Interior, conteniendo la Línea 5 en su tramo superficial, la creación del tramo de acceso controlado del norte de la Avenida Insurgentes y los paraderos de Pantitlán, Martín Carrera, Santa Anita, Indios Verdes y El Rosario en los extremos de las líneas, para mejorar el intercambio de los autobuses urbanos y suburbanos con el Metro.

La tercera etapa de proyecto y construcción de Líneas de Metro se desarrolló entre 1980 y 1985 comprendiendo desde los estudios previos hasta la puesta en operación. En esta etapa se construyeron las prolongaciones de la Línea 1 hacia Pantitlán, la Línea 2 hasta la estación 4 Caminos, la Línea 3 a su terminal sur Universidad y se llevó a cabo el tramo central de la Línea 7 entre Tacuba y Barranca del Muerto. Los efectos de estos trabajos del Sistema de Transporte Colectivo, en la estructura vial se reflejaron principalmente en las zonas de influencia correspondientes a las terminales. Pantitlán quedó comunicada con la Calz. Ignacio Zaragoza y con el Municipio de Nezahualcóyotl a través de Río Churubusco y de la Prolongación del Eje 1 Norte, respectivamente.

La vialidad perimetral de la estación 4 Caminos, tuvo un efecto semejante en el Poniente de la ciudad, pues modificó radicalmente el esquema de operación vial, con ampliaciones de calles y cambios de sentidos de circulación en la zona industrial de Naucalpan.

La prolongación al Sur de la Línea 3 propició la cons-

Ocativo Paz y otras; se hicieron también los proyectos y la obras para tender al complemento del control de acceso al Circuito Interior en las intersecciones con Viaducto Piedad, Añil y Universidad-Coyoacán.

Es difícil dar un panorama más extenso de los cambios que ha tenido la estructura urbana de la Ciudad de México, pero los comentarios, hechos hasta este punto pueden ser considerados como antecedentes suficientes para mostrar los beneficios que a la operación del tránsito traen obras de la relevancia del puente del Circuito Interior sobre las avenidas Coyoacán y Universidad.

II.1 FACTORES DE PLANEACION.

Un proyecto geométrico de vialidad urbana requiere de lineamientos, bases y referencias que los sustenten en todos los aspectos; esto significa que el proceso de elaboración de un proyecto vial debe estar plenamente avalado por técnicas métodos, normas y disposiciones o requerimientos especiales de la autoridad responsable, con el fin de que cualquier alteración a la estructura urbana se ejecute de acuerdo con los planes y programas de desarrollo urbano establecidos.

En la Ciudad de México, las disposiciones de tipo legal se resumen en la ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, en el Plan de Vialidad y Transporte Urbano del D.F., y en los Planes Particulares de Desarrollo Urbano de las Delegaciones. La metodología para el planteamiento de alternativas, la justificación de las propuestas y la realización del proyecto ejecutivo, se basaron en el Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, editados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, además se utilizaron en forma intensiva las Normas Generales de Construcción y el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Vías Urbanas, editados por la Coordinación General de Transporte del Departamento del Distrito Federal.

La planeación es la acción de fijar objetivos y metas para los cuales es necesario determinar estructuras y prioridades que permitan asignar recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución de las actividades. La planeación de un proyecto

debe prever la coordinación de todas las acciones que garanticen los óptimos resultados hasta su terminación. Para el proyecto del Circuito Interior-Coyoacán-Universidad, se fijaron los siguientes objetivos:

- II.1.1 Lograr mediante una solución vial la mayor continuidad de los flujos vehiculares en las intersecciones del circuito Interior con las avenidas Coyoacán y Universidad.
- II.1.2 Incorporar estas intersecciones al sistema de vías de acceso controlado formado por el anillo vial de los ríos Mixcoac, Churúbusco, Consulado y Tacubaya.
- II.1.3 Conseguir que la solución propuesta se integre a la estructura vial y a los usos del suelo de la zona de influencia.
- II.1.4 Ayudar a complementar la red vial primaria de la Ciudad de México, para tender a la total satisfacción de la demanda de los traslados de los bienes y las personas.
- II.1.5 En relación con el proyecto geométrico se debe llegar a conseguir la mayor continuidad geométrica tanto en altimetría como en planimetría, a través de adecuado dimensionamiento de los arroyos, los perfiles y los gálibos.
- II.1.6 Finalmente, se deberán establecer las condiciones para lograr la correcta coordinación entre las actividades de proyecto con las de construcción, de manera que se respeten las restricciones geométricas establecidas para la óptima utilización de la nueva infraestructura vial.

II.2. RESTRICCIONES Y REQUERIMIENTOS.

Cualquier proyecto de ingeniería que como consecuencia modifique la estructura urbana de una ciudad, está sujeto a restricciones y requerimientos establecidos por las autoridades de dicha ciudad. En nuestro caso, es el Departamento del Distrito Federal, y en particular la Coordinación General de Transporte y la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del D.D.F. (CGT y COVITUR respectivamente), quienes establecen las condiciones de proyecto los lineamientos, las restricciones y requerimientos que deben cumplirse para la solución de las intersecciones del Circuito Interior con las avenidas Universidad y Coyoacán. Entre las principales condiciones están:

II.2.1 Atender para la solución del proyecto, todas las indicaciones correlativas, contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, el Plan para el Desarrollo Urbano del Distrito Federal, los Planes Particulares de Desarrollo Urbano de las Delegaciones Políticas de Benito Juárez, Coyoacán y Alvaro Obregón, el Plan de Vialidad y Transporte Urbano del D.F., el Programa Maestro del Metro, el Programa Integral de Transporte y el Plan de Reordenamiento Urbano y Protección Ecológica del Distrito Federal.

II.2.2 Desarrollar el proyecto con estricto apego a lo establecido en las Normas Generales de Construcción del D.D.F., editadas por COVITUR y la CGT; así como cumplir con los alcances marcados en los compromisos de contratación para los proyectos de

vialidad impuestos por la Coordinación de Transporte.

II.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

Dada la importancia de los volúmenes de tránsito que utilizan este triángulo vial, fue necesario elaborar varias alternativas de solución que dieran fluidez y opciones de realizar cualquier movimiento direccional demandado por los usuarios. Los anteproyectos elaborados fueron de lo más simple a lo más complejo: se plantearon desde soluciones con cruces semaforizados hasta cruces continuos sin semáforos en ninguna de las tres intersecciones de Universidad, Circuito Interior y Coyoacán.

Son cinco los planteamientos principales: la solución integral denominada Alternativa "A"; una solución simple con dos puentes longitudinales al Circuito Interior, denominada Alternativa "B"; una propuesta simplificada de la alternativa "A", que propone para construcción, en primer etapa y que se denomina Alternativa "C"; finalmente las Alternativas "D" y "E" son variantes de la Alternativa "B" con diferentes arreglos de sección transversal sobre el Circuito Interior. En lo que sigue se hará una breve descripción de cada una de las alternativas.

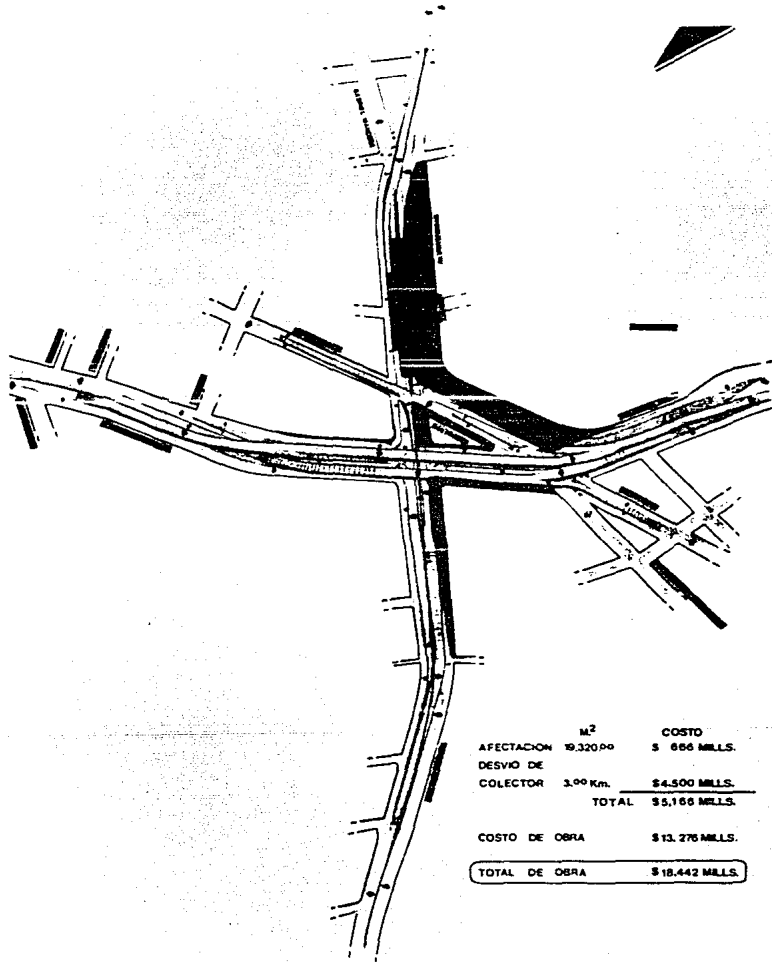
ALTERNATIVA "A".

Esta propuesta es la más completa de las soluciones planteadas; tiene como característica principal la de resolver todos los movimientos direccionales entre Circuito Interior, Universidad y Coyoacán, mediante cruces a desnivel elevados y deprimidos; esta solución requiere además de una importante área de afectación a predios y del desvío del

colector que contiene el cauce entubado del Río Mixcoac.

El Circuito Interior se resuelve con dos puentes que cruzan sobre la Av. Universidad y la Av. Coyoacán con sentido de circulación inglés, para lo cual se trenzan los arroyos centrales tanto al Oriente como al Poniente del Circuito para lograr el cambio de sentido de circulación; en los puntos de intersección de los arroyos centrales una de las ramas se deprime y la otra se sobreleva, cada una a media altura para lograr el gálibo vertical completo y a partir de este punto se inician las rampas de los puentes para cruzar sobre las avenidas transversales; la incorporación a la avenida Universidad se hace con rampas de bajada de cada uno de los puentes, confluyendo en esta avenida para dirigirse hacia el norte, proviniendo del poniente, la vuelta hacia el sur de la Av. Universidad se logra en forma directa por la lateral del Circuito, que no cambia de sentido de circulación, proviniendo del oriente la vuelta al sur se hace usando la misma rampa que para la vuelta norte.

La circulación sobre la Av. Universidad se resuelve también con circulación tipo inglés en la zona del crucero, para lograr lo cual, se proponen un puente de cambio de arroyo, aproximadamente 150 m al sur del crucero y un puente de dos ramas y un paso inferior para los cambios de sentido de circulación y el encauzamiento del tránsito hacia el Eje Vial 3 Poniente (Gabriel Mancera), en la zona de conflicto los dos arroyos de la Av. Universidad cruzan a nivel del terreno natural.



	M ²	COSTO
AFECCION	19,320.00	\$ 666 MILLS.
DESVIÓ DE		
COLECTOR	3.00 Km.	\$4,500 MILLS.
		<u>TOTAL \$5,166 MILLS.</u>

COSTO DE OBRA \$13,276 MILLS.

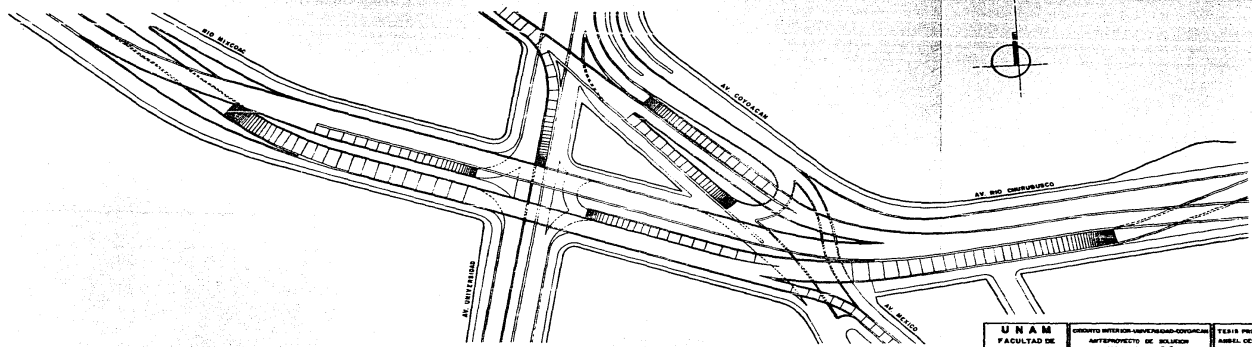
TOTAL DE OBRA \$18,442 MILLS.

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
ANTEPROYECTO DE SOLUCION
ALTERNATIVA "A"

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V

LAMINA 6



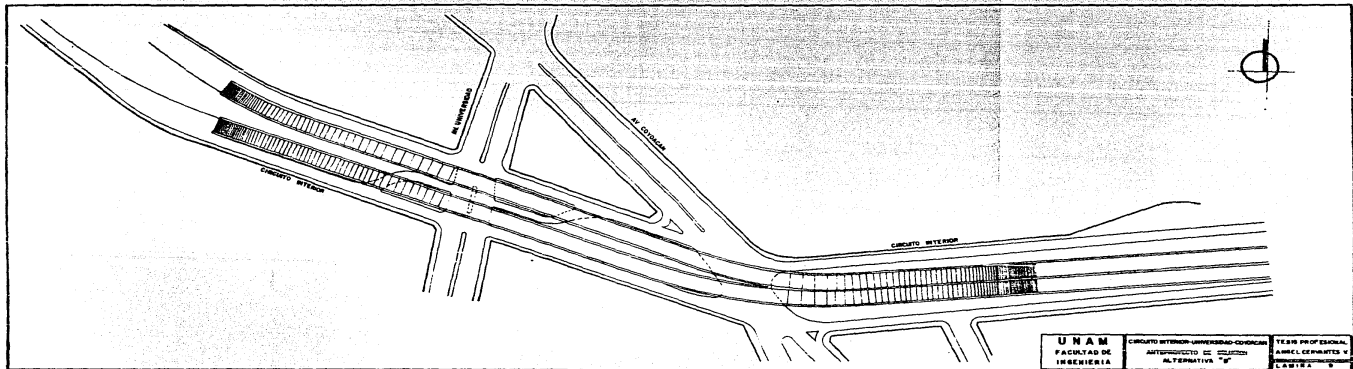
UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO INTERIOR-AMBIENTACION-CIVILICA ANTEPROYECTO DE BUENOS AIRES ALTERNATIVA "A"	TESIS PROFESIONAL ABEL CERVANTES V. PLAZA 7
--	--	---

El tránsito de la Av. Coyoacán se resuelve con un puente sobre la avenida Universidad y a nivel en el cruce con Circuito; el puente de Coyoacán se trifurca para dar como una rama la vuelta derecha hacia Av. Universidad Sur, con otra rampa continuar por la calle de Josefa Ortiz de Domínguez al centro de Coyoacán y con la tercera rama, dar vuelta izquierda al Circuito Interior Oriente. En la lámina 6, se representa la solución completa de la alternativa "A" y en la lámina 7, se tiene una representación gráfica detallada de los puentes del Circuito Interior, en la zona del cruce con Av. Coyoacán y Av. Universidad.

Es evidente que las representaciones gráficas en casos como el presente son muchos más descriptivas que cualquier descripción verbal.

ALTERNATIVA "B".

La segunda propuesta de solución plantea dos puentes para dar continuidad al tránsito de los arroyos centrales del Circuito Interior, y conservando con los niveles actuales a las avenidas Universidad y Coyoacán, para minimizar las afectaciones a los predios colindantes, las rampas al Ote. de la Av. Coyoacán se proponen juntas, con un separador mínimo, al centro de la sección transversal; las laterales con anchos de 7.00 m y banquetas existentes, las rampas al Pte. de la Av. Universidad se proponen separadas un ancho suficiente para alojar un arroyo central de superficie que tiene como finalidad, permitir las vueltas izquierdas del Circuito hacia el norte y el sur de la Av. Universidad.



El control del tránsito de las laterales del Circuito con las calles transversales se realiza usando semáforos; las características operacionales de los tres cruces mejorán considerablemente por la eliminación del volúmen de tránsito más importante, que es el de los arroyos centrales del Circuito.

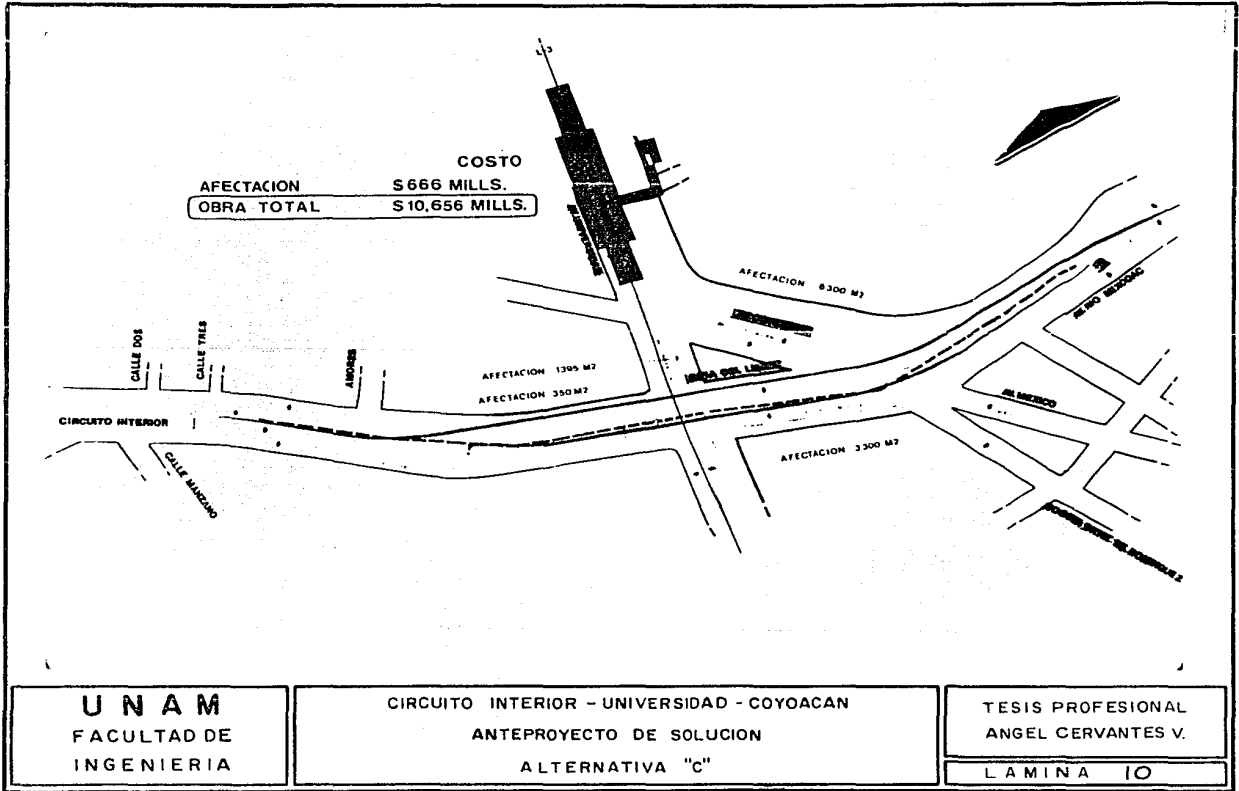
Las láminas 8 y 9, representan la alternativa "B".

ALTERNATIVA "C".

La alternativa "C", se puede considerar como una etapa inicial de la alternativa "A", ya que propone la construcción de dos puentes a lo largo del Circuito Interior, con circulación tipo inglés en el tramo central de los puentes para lo que es necesario hacer los cambios de arroyo en ambos extremos de los puentes construyendo las intersecciones a medias alturas. Las calles laterales no cambian sus sentidos de circulación y serían de 7.00 m de ancho para conseguir la menor área de afectación posible. Como se puede ver en las láminas 10 y 11, esta alternativa permite dejar las preparaciones para la posterior construcción de los otros pasos a desnivel que completarían la alternativa "A"; la ventaja de esta propuesta es que tiende a una solución integral del problema vial en esta parte de la ciudad.

ALTERNATIVA "D".

La cuarta alternativa de solución es también una variante, pero de la alternativa "B", en esta proposición además de dar continuidad a los arroyos centrales del Circuito, se trata de dar mejor

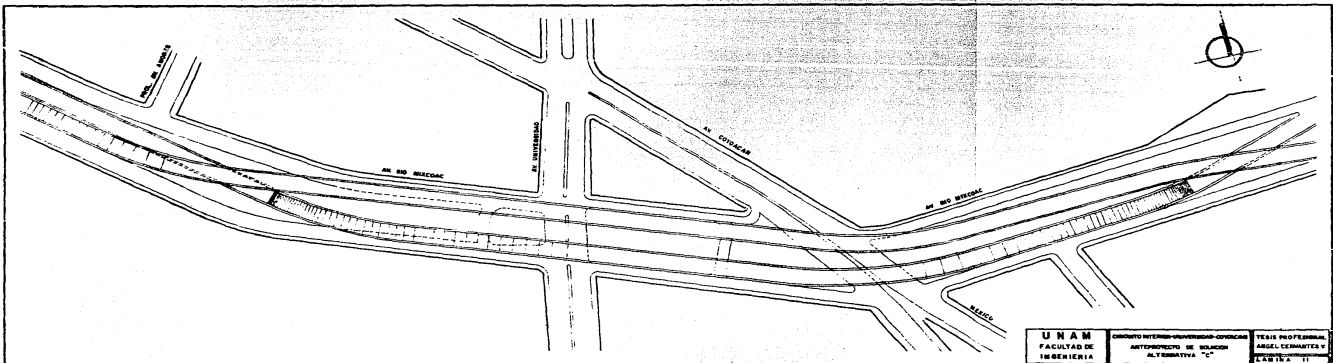


UNAM
 FACULTAD DE
 INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR - UNIVERSIDAD - COYOACAN
 ANTEPROYECTO DE SOLUCION
 ALTERNATIVA "C"

TESIS PROFESIONAL
 ANGEL CERVANTES V.

LAMINA 10



fluidez al tránsito de la Av. Coyoacán, tanto hacia la calle de Josefa Ortíz, como al que proviene de la Av. México. Para lograr esto se plantea que el separador central de la Av. Coyoacán se prolongue bajo los puentes del Circuito con el fin de evitar que el tránsito, de las laterales tenga continuidad en este punto; esto evita la semaforización del cruce y los vehículos operarían en forma continua pues solo se dan movimientos direccionales de frente y vueltas derechas para Coyoacán, y para las laterales del Circuito únicamente se permitirían las vueltas derechas.

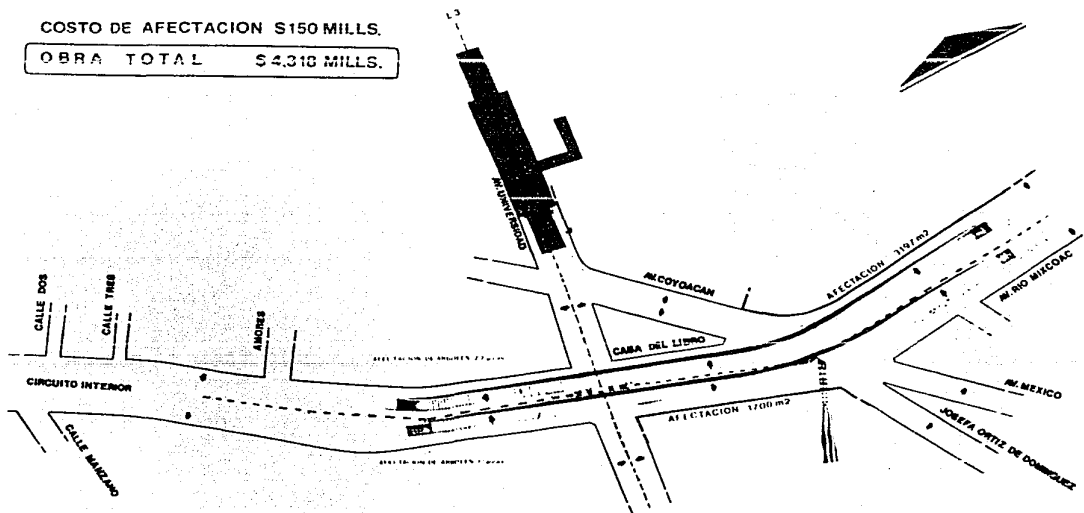
Las láminas 12 y 13, contienen una representación esquemática de la alternativa "D", en la que se pueden observar las semejanzas y diferencias con la alternativa "B".

ALTERNATIVA "E".

La última propuesta es operativamente igual a la alternativa anterior, con la diferencia de que utiliza una mayor área para la solución del proyecto con la ventaja de mejorar los encauzamientos en las vueltas derechas y conservando el estado actual de los camellones del Circuito y evitando de este modo la afectación de los árboles y del colector del Río Mixcoac que en otras alternativas se ven muy afectados por los proyectos; en cambio, las afectaciones a los predios privados son considerablemente mayores, esto implica una diferencia de costos de obra que resulta significativa pues en lugar de utilizar terreno público (camellones), se usa terreno privado para la solución del problema. En la lámina

COSTO DE AFECTACION \$150 MILLS.

OBRA TOTAL \$4,318 MILLS.



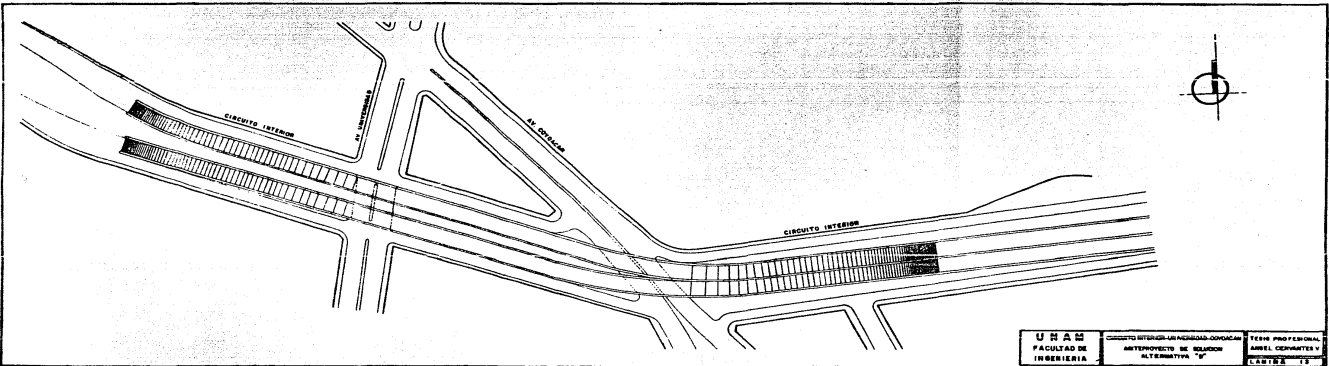
SOLUCION AUSTERA

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR - UNIVERSIDAD - COYOACAN
ANTEPROYECTO DE SOLUCION
ALTERNATIVA "D"

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.

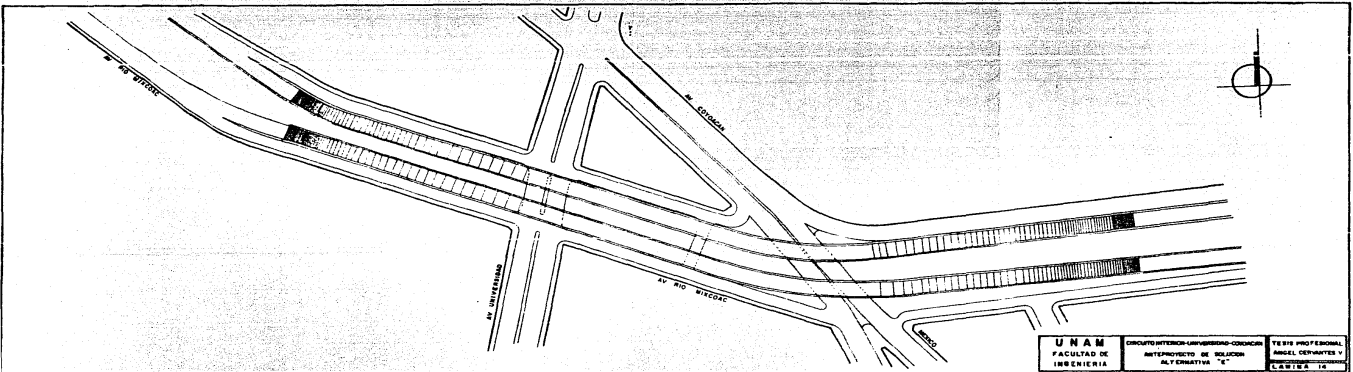
LAMINA 12



U N A M FACULTAD DE INGENIERIA	CIRCUITO INTERIOR-VEREDAS-LOGICAS ANTEPROYECTO DE SOLUCION ALTERNATIVA "A"	TESIS PROFESIONAL AMBIL CEPANTES Y CARRERA 15
---	--	---

14, se puede apreciar la diferencia entre la alternativa "E" y las alternativas "B" y "D".

Es evidente que las propuestas descritas tienen una gran semejanza entre sí, pero esto se debe a las limitaciones impuestas por la geometría del lugar; anchos de calles reducidos, instalaciones municipales de mucha importancia, coincidencia en un pequeño espacio de tres intersecciones conflictivas y propiedades privadas de alto costo que de ser utilizadas incrementarían considerablemente el costo de la obra.



II.4 CARACTERISTICAS OPERACIONALES.

Las condiciones de operación vial en cualquier cruce que pretenda resolverse o simplemente mejorarse, son de la mayor relevancia.

Las condiciones existentes en el momento de proponer una solución son determinantes, tanto porque evidencian los conflictos en la intersección, como porque son la información de partida para la evaluación de las posibles opciones de proyecto.

En el caso del triángulo formado por las avenidas Coyoacán, Universidad y Río Mixcoac, se llevaron a cabo recopilaciones de información de los flujos de tránsito, los ciclos de semáforos, los anchos de los arroyos de circulación y las características generales de la composición del tránsito.

Todo el proceso de obtención de datos de campo se desarrolló de acuerdo a las condiciones que imponen los estudios de ingeniería de tránsito y utilizando las técnicas más recientes para el registro de la información. El movimiento vehicular se filmó mediante cámaras de video y posteriormente se aforaron los diferentes flujos de tránsito en cada uno de los accesos a las intersecciones; en forma simultánea se midieron las secciones transversales de las calles que forman la intersección, las duraciones de las fases de los semáforos y el reparto del ciclo existente. Para este fin se utilizó personal entrenado y equipo especialmente preparado para este trabajo.

SITUACION ACTUAL.

La operación del tránsito en estas tres intersecciones es muy complicada por la existencia de vueltas izquierdas, la distancia corta entre ellas y el volumen de tránsito tan grande que circula por el Circuito Interior y las avenidas Universidad y Coyoacán.

El volúmen total en el sistema formado por las tres intersecciones es de 11,970 vehiculos en la hora de máxima demanda, lo que representa cerca de 99,000 vehiculos diarios. La forma en que accede el flujo vial es:

Provieniendo del norte llegan por la Av. Universidad 1400 vph y por la Av. Coyoacán 1050; del oriente llegan 2614 por Circuito Interior; del sur llegan por Josefa Ortíz de Domínguez 2371, procedentes de Coyoacán y por Av. Universidad 2858; del poniente acceden al sistema 1678 vehiculos por Circuito Interior, para sumar los casi 12,000 vehiculos en la hora de máxima demanda.

Para fines de este estudio, la información de campo se obtuvo por una filmación de 16 horas, realizadas entre las 6:00 y las 22:00 horas del día 4 de febrero de 1986, resultando la hora de máxima demanda de las 7:30 a las 8:30 horas.

El control de las intersecciones es mediante semáforos electromecánicos, con programación de tiempo fijo e intercomunicados entre sí para lograr la mejor sincronización posible.

El ciclo de semaforización de Coyoacán y Río Churubusco es de 100 segundos con tiempos de verde

de 27 segundos para el sentido norte-sur de Av. Coyoacán, 20 segundos para el sentido sur-norte y 44 segundos para ambos sentidos del Circuito Interior.

La intersección de la Av. Universidad y Circuito Interior, opera en dos fases con tiempos de verde de 26 y 50 segundos respectivamente y ciclo total de 80 segundos; finalmente, la intersección Universidad - Coyoacán opera con tres fases la primera Av. Universidad con 27 segundos de luz verde; la segunda para Coyoacán con 27 segundos y la tercera para las vueltas izquierdas de Coyoacán a Universidad.

Las condiciones generales de operación del triángulo vial dan niveles de servicio variables del "A" (en la Av. Coyoacán al cruce con Universidad, de norte a sur) al nivel "D" en Av. Universidad de sur a norte y "E" en Av. Coyoacán al cruzar Circuito Interior, en sentido sur-norte.

II.5 ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS.

El análisis de las alternativas de solución consiste básicamente en determinar las características de operación vial que resultarían con cada una de ellas, asignándoles los volúmenes de tránsito obtenidos para la demanda actual y futura. El objetivo del análisis es comparar las condiciones operativas y que ofrece cada alternativa, los costos de construcción, de tal modo que pueda seleccionarse la que cumpla mejor con las necesidades de la demanda.

Debido a que uno de los factores más significativos para la comparación de las distintas opciones de solución es el costo de construcción, se hará la comparación operativa de las alternativas de menor costo, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- a). Lograr la continuidad del Circuito Interior con el menor costo de obra posible.
- b). Afectar la cantidad mínima de terrenos y de construcciones.
- c). Lograr la construcción en el más corto plazo, de manera que se evite un largo período de molestias a la población.
- d). La alternativa "A", a pesar de ser la más completa, no cumple con las tres restricciones anteriores; por esto, quedó definitivamente descartada.
- e). Como consecuencia de esto, la alternativa "C" también se eliminó del análisis operativo, ya que por ser una primera etapa de la

alternativa "A" previamente descartada, no tenía objeto considerarla como solución factible.

- f). Las alternativas "D" y "E" tienen las mismas características operativas, con la diferencia de que la alternativa "E" requiere una área de afectación muy importante, lo que la invalida como planteamiento de comparación económicamente atractivo.

Tras todos estos razonamientos, sólo quedan por evaluar las alternativas "B" y "D", de las cuales se presentan a continuación los análisis de capacidad y el cálculo de los ciclos y repartos óptimos.

Los análisis de capacidad se hicieron con el método establecido en el Manual de Proyecto Geométrico de Calles y Carreteras (editado por la SAHOP en 1983), y el correspondiente método recomendado por la Coordinación General de Transporte, del DDF. El cálculo del ciclo y el reparto de fases, se realizó con el Método de Webster.

La selección final recayó en la alternativa "B", lo que queda ampliamente justificado con las comparaciones de ciclos de semáforos y los diagramas de volúmenes globales de la alternativa "B".

FUENTE CIRCUITO INTERIOR - AV. UNIVERSIDAD - AV. COYOACAN.

'ALTERNATIVA 'B'

CALCULO DE CICLO Y REPARTO OPTIMOS.

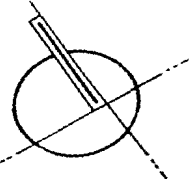
CONCEPTO	SIMBOLO	CIRCUITO INT. AV. COYOACAN	CIRCUITO INT. - AV. UNIVERSIDAD	AV. UNIVERSIDAD AV. COYOACAN
VELOCIDAD DE APROXIMACION AL CRUCERO.	V1 =	36 pies/seg	36 pies/seg	36 pies/seg
ANCHO DE LA INTERSECCION A CRUZAR.	W1 =	230 pies	178 pies	164 pies
VELOCIDAD DE APROXIMACION AL CRUCERO.	V2 =	36 pies/seg	36 pies/seg	36 pies/seg
ANCHO DE LA INTERSECCION A CRUZAR.	W2 =	295 pies	105 pies	148 pies
VELOCIDAD DE APROXIMACION AL CRUCERO.	V3 =	36 pies/seg	36 pies/seg	
ANCHO DE LA INTERSECCION A CRUZAR.	W3 =	295 pies	105 pies	
TIEMPO DE AMBAR DEL ACCESO 1.	t _{a1} =	9.0 seg	8.0 seg	8.0 seg
TIEMPO PERDIDO DEL ACCESO 1.	K1 =	10.6 seg	9.1 seg	8.7 seg
TIEMPO DE AMBAR DEL ACCESO 2.	t _{a2} =	11.0 seg	6.0 seg	7.0 seg
TIEMPO PERDIDO DEL ACCESO 2.	K2 =	12.4 seg	7.1 seg	8.3 seg
TIEMPO DE AMBAR DEL ACCESO 3.	t _{a3} =	11.0 seg	6.0 seg	
TIEMPO PERDIDO DEL ACCESO 3.	K3 =	12.4 seg	7.1 seg	
CICLO OPTIMO	D =	120 seg	120 seg	120 seg
TIEMPO EFECTIVO DE VERDE	GE =	84.6 seg	96.7 seg	103 seg
VOLUMEN PROMEDIO DEL ACCESO 1.	DV1 =	1035 veh	536 veh	711 veh
VOLUMEN PROMEDIO DEL ACCESO 2.	DV2 =	857 veh	722 veh	615 veh
VOLUMEN PROMEDIO DEL ACCESO 3.	DV3 =	283 veh	413 veh	
FASE.	i =	1	1	1
TIEMPO DE VERDE MAS AMBAR.	G1 =	56 seg	40 seg	64 seg
PROPORCION DE DURACION DEL CICLO EFECTIVAMENTE VERDE.	1 =	0.337 seg	0.258 seg	0.461
TIEMPO DE ROJO.	R1 =	64 seg	80 seg	56 seg
NUMERO MAXIMO DE VEHICULOS DURANTE LA FASE VERDE.	M1 =	19.2 veh	14.7 veh	26.3 veh
FASE.	i =	2	2	2
TIEMPO DE VERDE MAS AMBAR.	G2 =	46 seg	49 seg	56 seg
PROPORCION DE DURACION DEL CICLO EFECTIVAMENTE VERDE.	2 =	0.280	0.349	0.398
TIEMPO DE ROJO.	R2 =	74 seg	71 seg	64 seg
NUMERO MAXIMO DE VEHICULOS DURANTE LA FASE VERDE.	M2 =	16 veh	20 veh	22.7 veh
FASE.	i =	3	3	
TIEMPO DE VERDE MAS AMBAR.	G3 =	18 seg	31 seg	
PROPORCION DE DURACION DEL CICLO EFECTIVAMENTE VERDE.	3 =	0.088 seg	0.199	
TIEMPO DE ROJO.	R3 =	102 seg	89 seg	
NUMERO MAXIMO DE VEHICULOS DURANTE LA FASE VERDE.	M3 =	5 veh	11.4 veh	

PUENTE CIRCUITO INTERIOR - AV. UNIVERSIDAD - AV. COYOACAN.

'ALTERNATIVA 'D''

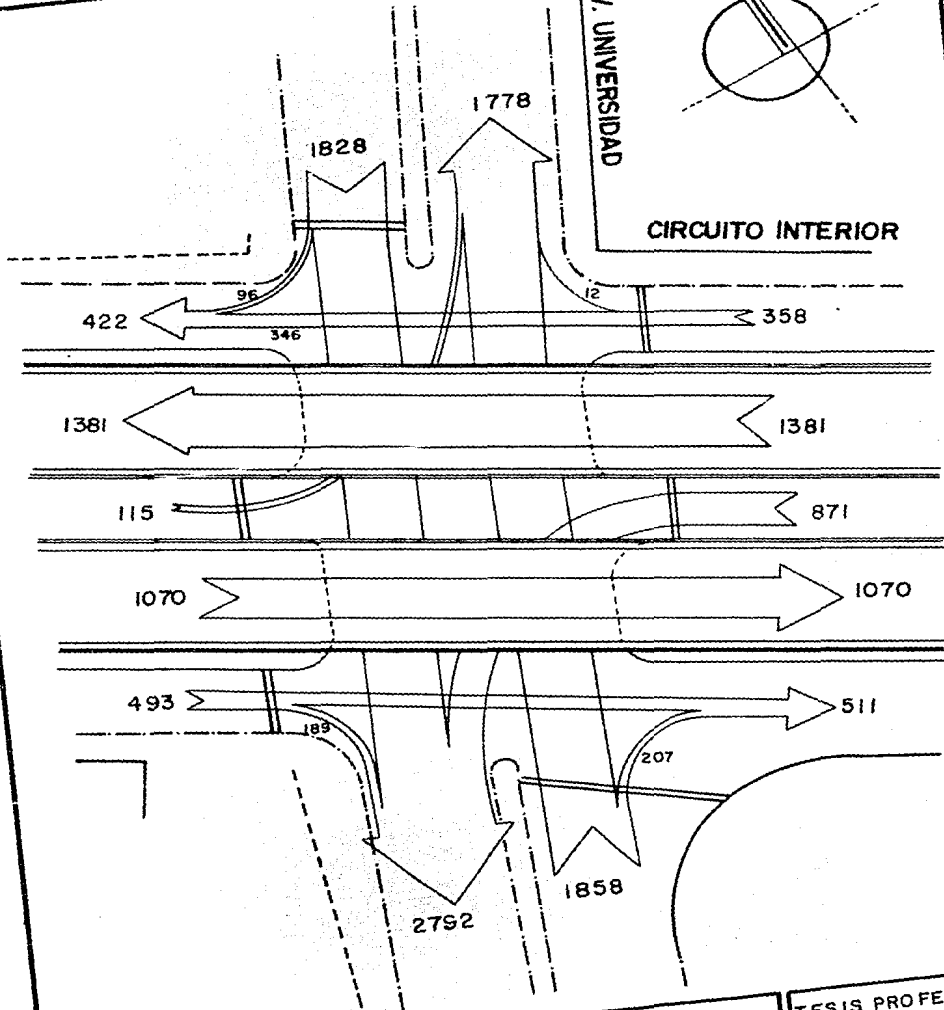
CALCULO DE CICLO Y REPARTO OPTIMOS.

CONCEPTO	SIMBOLO	AV. UNIVERSIDAD	CIRCUITO INT. -	CIRCUITO INT. -
		AV. COYOACAN	AV. UNIVERSIDAD	AV. COYOACAN
VELOCIDAD DE APROXIMACION AL CRUCERO.	V1 =	36 pies/seg	36 pies/seg	36 pies/seg
ANCHO DE LA INTERSECCION A CRUZAR.	W1 =	164 pies	178 pies	164 pies
VELOCIDAD DE APROXIMACION AL CRUCERO.	V2 =	36 pies/seg	36 pies/seg	36 pies/seg
ANCHO DE LA INTERSECCION A CRUZAR.	W2 =	148 pies	105 pies	148 pies
VELOCIDAD DE APROXIMACION AL CRUCERO.	V3 =	36 pies/seg	36 pies/seg	
ANCHO DE LA INTERSECCION A CRUZAR.	W3 =	148 pies	105 pies	
TIEMPO DE AMBAR DEL ACCESO 1.	ta1 =	8.0 seg	8.0 seg	8.0 seg
TIEMPO PERDIDO DEL ACCESO 1.	K1 =	8.7 seg	9.1 seg	8.7 seg
TIEMPO DE AMBAR DEL ACCESO 2.	ta2 =	7.0 seg	6.0 seg	7.0 seg
TIEMPO PERDIDO DEL ACCESO 2.	K2 =	8.3 seg	7.1 seg	8.3 seg
TIEMPO DE AMBAR DEL ACCESO 3.	ta3 =	7.0 seg	6.0 seg	
TIEMPO PERDIDO DEL ACCESO 3.	K3 =	8.3 seg	7.1 seg	
CICLO OPTIMO	D =	120 seg	120 seg	120 seg
TIEMPO EFECTIVO DE VERDE	GE =	94.7 seg	103.8 seg	103 seg
VOLUMEN PROMEDIO DEL ACCESO 1.	DV1 =	458 veh	865 veh	711 veh
VOLUMEN PROMEDIO DEL ACCESO 2.	DV2 =	1553 veh	421 veh	615 veh
VOLUMEN PROMEDIO DEL ACCESO 3.	DV3 =	369 veh	413 veh	
FASE,	i =	1	1	1
TIEMPO DE VERDE MAS AMBAR.	G1 =	27 seg	79 seg	64 seg
PROPORCION DE DURACION DEL CICLO EFECTIVAMENTE VERDE.	f =	0.153	0.583	0.461
TIEMPO DE ROJO.	R1 =	93 seg	41 seg	56 seg
NUMERO MAXIMO DE VEHICULOS DURANTE LA FASE VERDE.	N1 =	8.7 veh	33.3 veh	26.3 veh
FASE,	i =	2	2	2
TIEMPO DE VERDE MAS AMBAR.	G2 =	70 seg	41 seg	56 seg
PROPORCION DE DURACION DEL CICLO EFECTIVAMENTE VERDE.	f =	0.514	0.283	0.398
TIEMPO DE ROJO.	R2 =	50 seg	79 seg	64 seg
NUMERO MAXIMO DE VEHICULOS DURANTE LA FASE VERDE.	N2 =	29.4 veh	16.1 veh	22.7 veh
FASE,	i =	3	3	
TIEMPO DE VERDE MAS AMBAR.	G3 =	23 seg	31 seg	
PROPORCION DE DURACION DEL CICLO EFECTIVAMENTE VERDE.	f =	0.123	0.199	
TIEMPO DE ROJO.	R3 =	97 seg	89 seg	
NUMERO MAXIMO DE VEHICULOS DURANTE LA FASE VERDE.	N3 =	7 veh	11.4 veh	



AV. UNIVERSIDAD

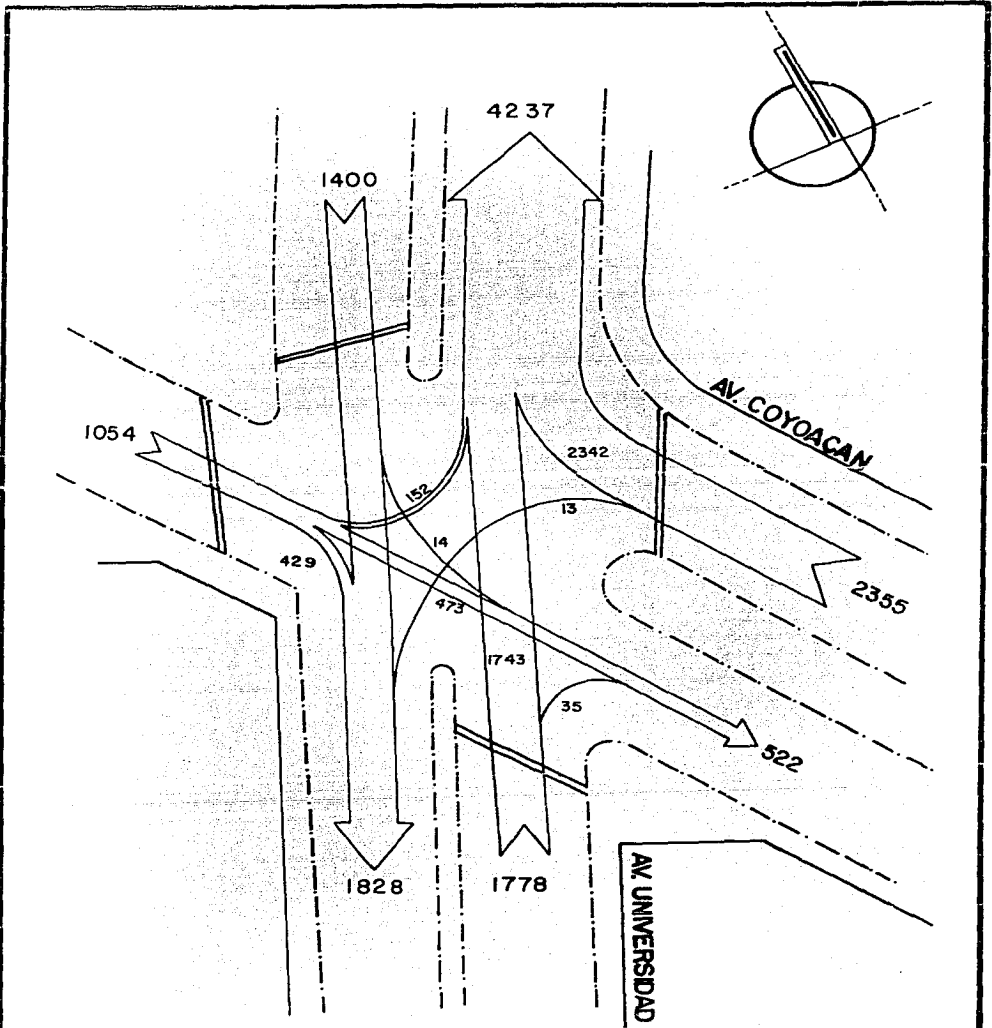
CIRCUITO INTERIOR



UNAM
 FACULTAD DE
 INGENIERIA

CRUCE CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD
 VOLUMENES GLOBALES ASIGNADOS
 ALTERNATIVA "B"

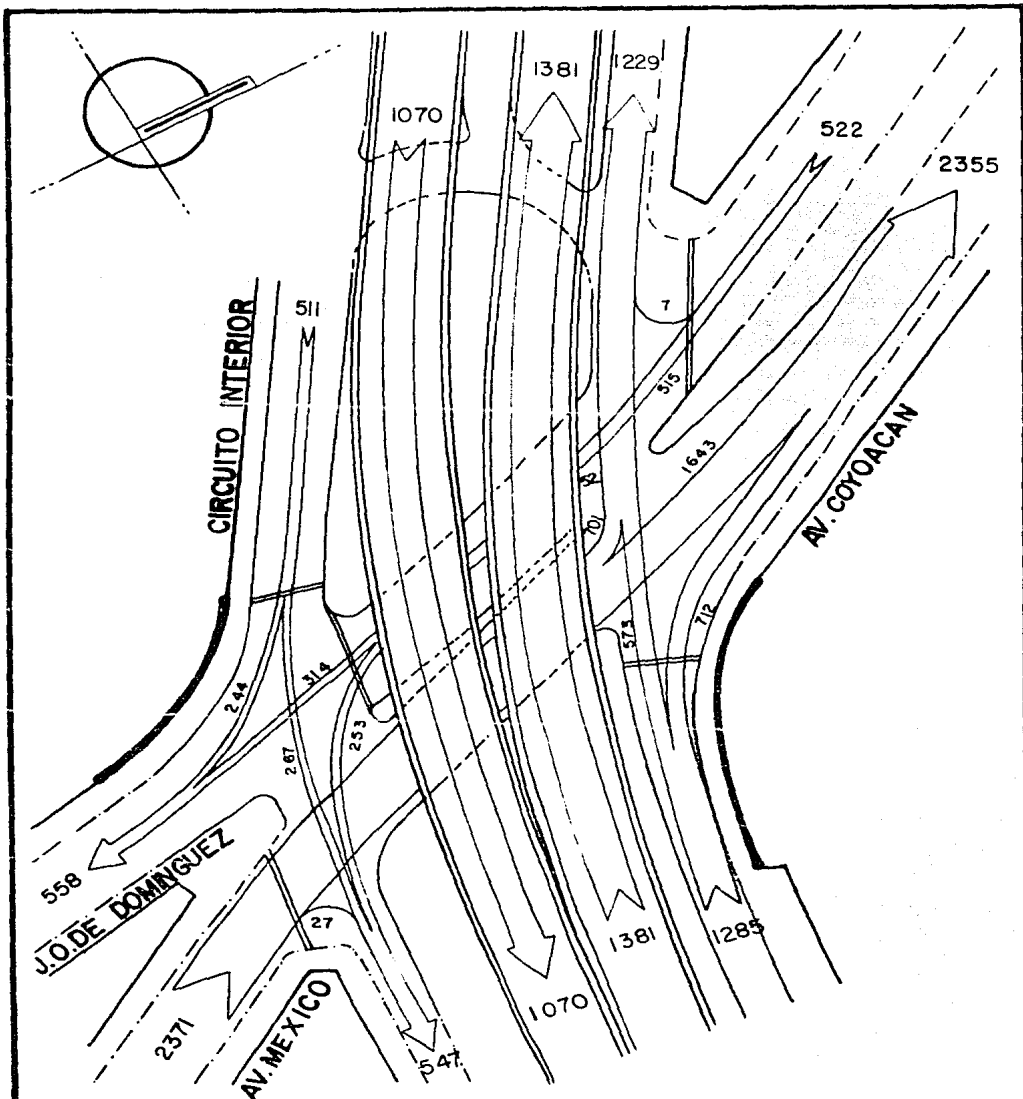
TESIS PROFESIONAL
 ANGEL CERVANTES V.
 LAMINA 15



UNAM
 FACULTAD DE
 INGENIERIA

CRUCE UNIVERSIDAD- COYOACAN
 VOLUMENES GLOBALES ASIGNADOS
 ALTERNATIVA "B"

TESIS PROFESIONAL
 ANGEL CERVANTES V.
 LAMINA 16



UNAM
 FACULTAD DE
 INGENIERIA

CRUCE CIRCUITO INTERIOR-COYOACAN
 VOLUMENES GLOBALES ASIGNADOS
 ALTERNATIVA "B"

TESIS PROFESIONAL
 ANGEL CERVANTES V.
 LAMINA 17

III. OBTENCION DE DATOS TOPOGRAFICOS.

Cualquier proyecto de vialidad que pueda tener repercusiones en la estructura urbana de la zona en que se ubica, debe contar con el apoyo topográfico de detalle que permita identificar todos los puntos relevantes de la geografía del lugar, con el fin de garantizar la correcta relación de la obra que resulta de dicho proyecto.

Para el planteamiento preliminar de solución, generalmente se utiliza la cartografía disponible, que puede ser en escalas 1:1000; 1:2000; ó dependiendo de la precisión que sea necesaria para la evaluación y selección de las alternativas de solución. Las restituciones fotogramétricas en cualquiera de las escalas mencionadas, son una magnífica herramienta para el análisis de la situación existente y el estudio de las diversas formas de resolver el problema que plantea la solución vial.

Una vez seleccionada la mejor alternativa, y con el fin de llevar a cabo el anteproyecto para la aprobación final de la solución propuesta se realizan los levantamientos de detalle, por métodos directos, que deben comprender los datos de planimetría, las nivelaciones necesarias en perfil o en secciones y, en casos especiales, la configuración general de la zona de influencia.

En el caso particular del Circuito Interior, las primeras propuestas de solución, se llevaron a cabo en planos de restitución fotogramétrica en escala 1:2000 y en los de mayor detalle en escala 1:1000. Estos planos de partida contienen información reciente del Registro Público de la Propiedad, a nivel de manzanas, lo que

permitted tomar en cuenta las restricciones de construcción existentes en la zona y aprovechar las reservas territoriales marcadas por ese organismo. Aunque, estos planos no son muy precisos, permitieron prever los requerimientos de espacio y estimar la magnitud de las afectaciones a los predios colindantes con el proyecto en cada una de las alternativas. Esta es una gran ayuda para la evaluación económica de las propuestas.

III.1 PLANIMETRIA.

Partiendo del anteproyecto definitivo, se pudieron plantear las necesidades de información topográfica de detalle indispensable para la elaboración del proyecto geométrico. La forma más confiable de obtener estos datos es el levantamiento topográfico directo; para nuestro trabajo, se hizo el levantamiento con una poligonal de apoyo formada por vértices referenciados a los paramentos existentes y fijos a las coordenadas del Sistema Geográfico Nacional. La precisión de la poligonal resultó de 1:12,550 con error lineal de 0.037 m, en el caso más desfavorable. Ver láminas 18, 19 y 20.

El sistema coordenado establecido por la poligonal sirvió para el cálculo de las coordenadas de todos los puntos relevantes que resultaron en el transcurso del trabajo. Como en todos los levantamientos, las dimensiones de las calles, las relaciones geométricas entre sus paramentos y guarniciones y la identificación de las instalaciones municipales para los servicios públicos (teléfonos, luz, alumbrado, drenaje, agua potable, semáforos, etc), fueron indispensables para llegar a la solución correcta de todos los detalles de la obra.

VERTICES		ANGULO		AZIMUT	DISTANCIA	PROY. ORIGINALES		CORRECCION		PROY. CORREGIDAS		COORDENADAS		VERTICE				
EST.	P.V.	CORREGIDO				X	Y	X	Y	X	Y	X	Y					
V-K	V-L	72	38	12	3	17	22	31.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.779	30.949	4998.222	4969.051	V-K
V-L	V-M	90	0	0	273	17	22	218.837	0.000	0.000	0.000	0.000	-218.476	12.557	5000.000	5000.000	V-L	
V-M	V-N	208	33	52	302	51	14	383.566	0.000	0.000	0.000	0.000	-330.618	213.509	4781.524	5012.557	V-M	
V-N	V-O	199	21	0	322	12	14	175.191	0.000	0.000	0.000	0.000	-107.366	138.435	4450.906	5226.066	V-N	
V-O	V-P	172	57	43	315	9	57	71.481	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.377	50.670	4343.540	5364.301	V-O	
V-P	M-2	155	50	59	291	0	56	34.234	-31.957	12.277	-0.000	-0.001	-31.957	12.277	4293.163	5415.171	V-P	
M-2	M-3	24	19	25	135	20	21	97.683	68.662	-69.480	-0.000	-0.003	68.662	-69.483	4261.206	5427.448	M-2	
M-3	M-4	187	29	40	142	50	1	178.947	108.108	-142.600	-0.001	-0.006	108.107	-142.606	4329.868	5357.965	M-3	
M-4	M-5	160	2	55	122	52	56	189.966	159.531	-103.135	-0.001	-0.004	159.530	-103.139	4437.974	5215.359	M-4	
M-5	M-6	176	50	13	119	43	9	171.011	148.517	-84.779	-0.001	-0.004	148.516	-84.782	4597.504	5112.219	M-5	
M-6	M-7	212	36	40	152	19	49	43.267	20.092	-38.519	-0.000	-0.002	20.092	-38.321	4765.021	5027.437	M-6	
M-7	M-8	117	58	40	90	18	29	39.474	39.473	-0.212	-0.000	-0.000	39.473	-0.212	4766.113	4989.116	M-7	
M-8	M-9	183	3	21	93	21	50	188.115	188.829	-9.747	-0.001	-0.000	185.828	-9.748	4805.586	4888.904	M-8	
M-9	V-K	187	17	20	110	39	10	28.600	28.609	-10.105	-0.000	-0.000	28.609	-10.105	4971.413	4979.157	M-9	

EX= 0.006

EY= 0.020

ET= 0.020

DX = 0.000
DY = 0.000

PRECISION 1: 90258.4

POLIGONAL BASICA PARA EL
LEVANTAMIENTO DIRECTO

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR - UNIVERSIDAD - COYOACAN
POLIGONAL BASICA PARA EL
LEVANTAMIENTO DIRECTO

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.

L A M I N A 18

VERTICES		ANGULO	AZIMUT	DISTANCIA	PROY. ORIGINALES		CORRECCION		PROY. CORREGIDAS		COORDENADAS		VERTICE
EST.	P.V.	CORREGIDO			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
M-9	M-10	264 : 8 : 33	357 : 33 : 31	45.761	-1.949	45.719	0.000	-0.001	-1.949	45.719	4971.413	4979.157	M-9
M-10	T-3	270 : 31 : 3	88 : 4 : 34	50.496	50.468	1.695	0.003	-0.000	50.470	1.695	4969.464	5024.876	M-10
T-3	T-2	192 : 42 : 13	100 : 46 : 47	67.863	66.665	-12.693	0.004	-0.000	66.669	-12.693	5019.934	5026.571	T-3
T-2	T-1	264 : 6 : 53	184 : 53 : 40	41.537	-3.544	-41.395	0.000	-0.001	-3.544	-41.395	5086.604	5013.878	T-2
T-1	M-9	268 : 31 : 18	273 : 24 : 58	111.852	-111.653	6.665	0.006	-0.000	-111.647	6.665	5083.060	4972.492	T-1

EX = -0.013

EY = 0.001

ET = 0.014

DX = 0.000

DY = 0.000

PRECISION 1 : 23392.8

POLIGONAL BASICA PARA EL
LEVANTAMIENTO DIRECTO

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR - UNIVERSIDAD - COYOACAN
POLIGONAL BASICA PARA EL
LEVANTAMIENTO DIRECTO

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V

LAMINA 19

VERTICES		ANGULO	AZIMUT	DISTANCIA	PROY. ORIGINALES		CORRECCION		PROY. CORREGIDAS		COORDENADAS		VERTICE
EST.	P.V.	CORREGIDO			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
M-13	M-12	52 : 23 : 58	119 : 51 : 56	84.771	0.000	0.000	0.000	0.000	73.513	-42.213	4717.645	5079.914	M-13
M-12	D	28 : 29 : 49	328 : 21 : 45	44.019	-23.090	37.477	-0.003	0.003	-23.093	37.480	4791.158	5037.701	M-12
D	C	181 : 26 : 47	329 : 48 : 32	165.743	-83.350	143.260	-0.012	0.011	-83.361	143.271	4768.065	5075.181	D
C	B	66 : 55 : 19	216 : 43 : 51	33.754	-20.187	-27.052	-0.003	0.002	-20.190	-27.050	4684.703	5218.452	C
B	A	112 : 55 : 20	149 : 39 : 11	124.505	62.904	-107.446	-0.009	0.008	62.895	-107.437	4664.514	5191.402	B
A	M-13	277 : 48 : 47	247 : 27 : 58	10.570	-9.763	-4.051	-0.001	0.000	-9.764	-4.050	4727.409	5085.965	A

EX = 0.028

EY = -0.024

ET = 0.037

DX = 0.000
DY = 0.000

PRECISION 1 : 12550.0

POLIGONAL BASICA PARA EL
LEVANTAMIENTO DIRECTO

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR - UNIVERSIDAD - COYOACAN
POLIGONAL BASICA PARA EL
LEVANTAMIENTO DIRECTO

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERWANTES V.

LAMINA 20

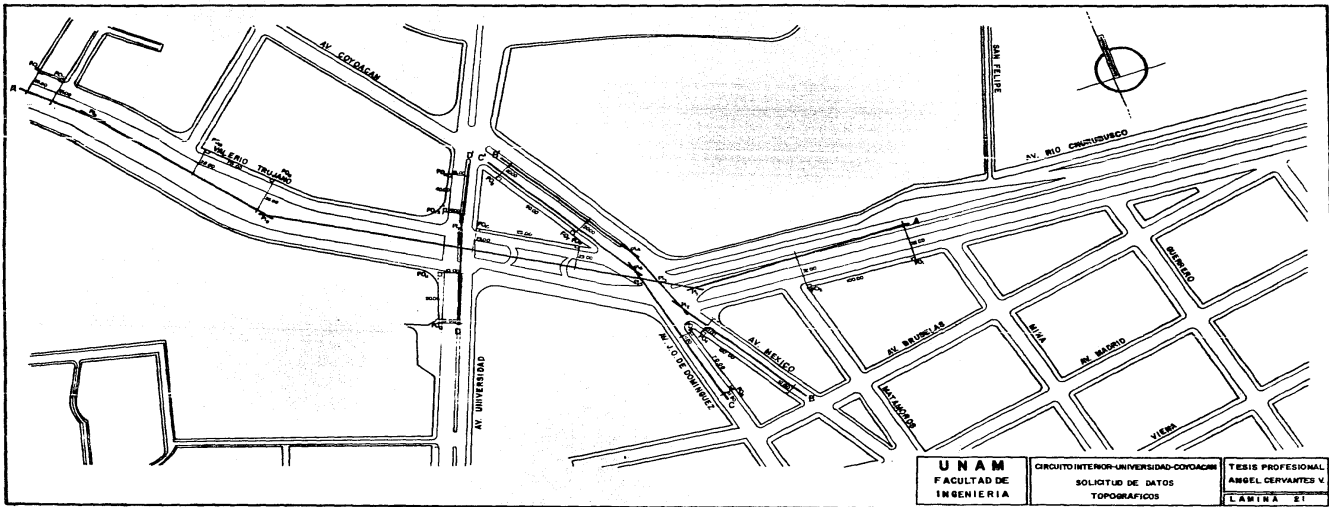
En la lámina 21, se trata una representación de los ejes preliminares sobre las tres avenidas que forman el proyecto. Es evidente la simplificación que se impuso a esta solicitud de información básica, a pesar de lo cual, se consiguió obtener todos los elementos necesarios para el desarrollo integral del proyecto en planta del Circuito Interior; esta simplificación tuvo como objeto minimizar el trabajo de campo y dar mayor libertad de ajustes en gabinete a los proyectistas.

El eje del Circuito Interior se ubicó aproximadamente al centro del ancho total y a partir de él se establecieron los ejes de Proyecto A-A' ; B-B' y C-C' de los que se hará una descripción detallada: el eje sobre la Av. Coyoacán se usó para establecer los ejes D-D' y E-E' de la planta de trazo y el eje de la Av. Universidad, se usó para obtener datos de niveles referenciados a los paramentos pero no se utilizó para el proyecto de trazo.

III.2 ALTIMETRIA.

Los trabajos de altimetría en campo se dirigieron principalmente a la obtención de perfiles y secciones transversales medidas y niveladas. La primera parte fué un perfil diferencial sobre el eje preliminar del Circuito Interior con el fin de establecer una propuesta de perfil para la solución de los puentes.

La obtención de los perfiles del terreno natural para el proyecto de los perfiles definitivos se hizo hasta que tuvieron definidos todos los detalles en planta de los ejes de trazo también



UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

GRUPO INTER-UNIVERSIDAD-COFOCAGM
 SUJETO DE DATOS
 TOPOGRAFICOS

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.
 LAMINA 01

en este momento se inicio el levantamiento de las secciones transversales. Esta secuencia hizo más eficiente el trabajo de gabinete al utilizarse datos de campo que no tenían posibilidades de verse modificados por cambios imprevistos.

IV.

PLANTA DE TRAZO.

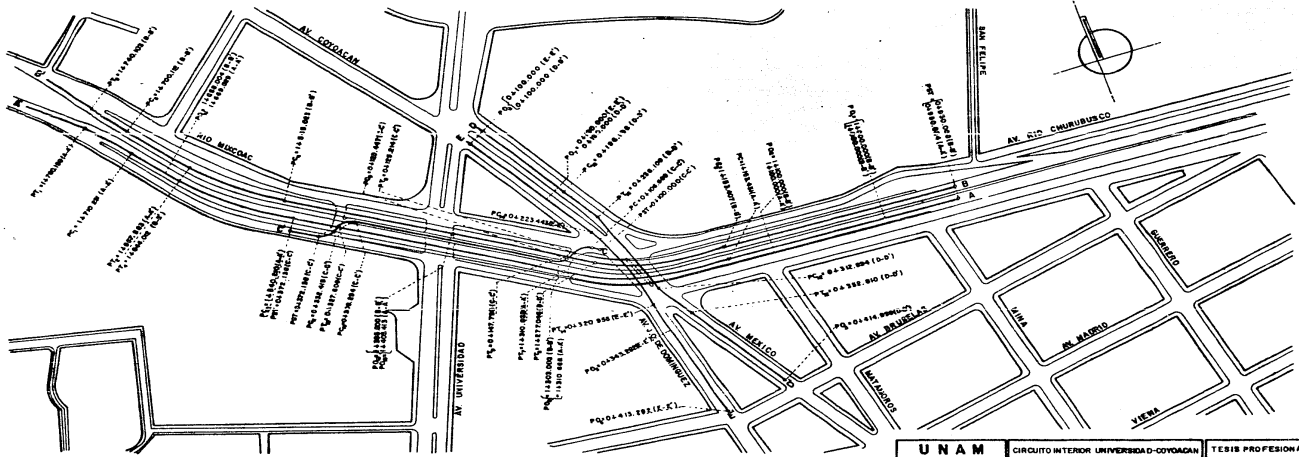
Este plano es el documento básico del proyecto ejecutivo; contiene toda la información correspondiente a los ejes definitivos para el trazo de los arroyos principales y secundarios que definen la geometría de la intersección.

Los ejes incluidos en la solicitud de datos son prácticamente los mismos, ya que los puntos obligados no se modificaron y solo se hicieron pequeños ajustes en algunas distancias entre las líneas planteadas en la solicitud y las definitivas.

Para resolver el trazo sobre Circuito Interior, se definieron dos ejes: el A-A' para el puente y arroyo central de sentido poniente-oriente y el B-B' para la circulación oriente-poniente. La calle central para vuelta izquierda en la Av. Universidad la define el eje C-C' y para las ligas de la Av. Coyoacán con la Av. México y la calle de Josefa Ortíz de Domínguez, se utilizaron los ejes D-D' y E-E' respectivamente. (Ver lámina 22).

El eje A-A' está compuesto por cuatro tangentes y las curvas 1, 2 y 3 que las ligan. La primera tangente inicia en el cadenamamiento 0+950.024 (A-A') y está referida a 25.220 m y 25.414 m de los puntos obligados (P.O.), PO₁ y PO₂ respectivamente.

Con el fin de tener referencias fáciles de identificar, al PO₁ se le asignó el cadenamamiento 1+000, tanto del eje A-A' como del B-B'. La segunda tangente se localiza al sur del PO₉ y del PO₁₀ a 36.529 m y 37.477 m, respectivamente; la tercera tangente está ligada a 45.883 m del PO₉ y 38.957 m del PO₁₀; la última tangente del eje A-A' se refirió 43.540 al sur del PO₁₇ y 43.933 m al sur del PO₁₈.



<p>UNAM FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>CIRCUITO INTERIOR UNIVERSIDAD-COYACAN PLANTA GENERAL DE TRAZO</p>	<p>TESIS PROFESIONAL ANGEL CERVANTES V. LAMINA 22</p>
---	--	---

Las curvas que ligan estas cuatro tangentes tienen como características las siguientes:

La deflexión (Δ) máxima es de $28^{\circ}52'04''$ el radio (R) mínimo es de 310.817 m y el grado de curvatura (Gc) máximo es de $3^{\circ}41'43''$; estos datos corresponden a la curva 7 y son los menos favorables del eje A-A'. Comparándolos con los valores mínimos y máximos establecidos en el Manual de Proyecto Geométrico y en las Normas del D.D.F., se observa que corresponden a condiciones muy favorables para el tránsito vehicular. La información completa de todas las curvas que fueron necesarias para terminar el proyecto, está contenida en la tabla de datos de curvas de ejes de trazo, (Dibujada en la lámina 23).

El eje B-B' corresponde a la rampa norte del puente; es tan importante como el eje A-A' y está compuesto por cinco tangentes y las curvas 3, 4, 5 y 6. Las tres primeras están referidas a 37.67 m y 37.87 m en los PO₁ y PO₂; la segunda a 17.484 m de los PO₁₅ y PO₁₆; la última tangente se fijó a 8.213 m del PO₁₇ y a 8.235 del PO₁₈. La cuarta tangente está definida por los datos de las curvas 5 y 6 sin quedar referida a parámetros o puntos relevantes del lugar. Este caso es extraordinario pero no afecta para la construcción debido a que se forma con las tangentes adyacentes y los datos de las curvas 5 y 6 un sistema geométrico, rígido fácil de reponer en campo en cualquier momento.

El eje de trazo C-C' es un eje secundario que se localiza entre los ejes A-A' y B-B', está formado por cinco tangentes y cuatro curvas: 8, 9, 10 y 11. Tiene dos tangentes básicas, una referida a 27.028 y 27.976 m de los PO₉ y PO₁₀, respectivamente; la otra está ligada al eje A-A' a 11.5 m al sur, aproximadamente; las

D A T O S D E C U R V A S D E E J E S D E T R A Z O

No.	EJE	PC	PI	PT	Δ	Gc	ST	R	Lc	$\Delta/m.$
1	A-A'	1+710.231	1+735.231	1+760.159	07°33'11.84" i	03°01'32.51"	25.000	378.728	49.928	0°04'32.31"
2	A-A'	1+540.810	1+599.793	1+657.583	19°56'08.71" o	03°24'52.00"	58.983	335.608	116.773	0°05'07.30"
3	B-B'	1+153.407	1+216.568	1+277.046	28°51'51.33" o	04°40'08.85"	63.161	245.424	123.639	0°07'00.22"
4	B-B'	1+545.023	1+595.023	1+644.012	19°56'08.61" o	04°01'40.36"	50.000	284.497	98.989	0°06'02.51"
5	B-B'	1+700.112	1+720.112	1+740.103	03°01'34.83" o	01°30'48.67"	20.000	757.120	39.991	0°02'16.22"
6	B-B'	1+797.461	1+822.461	1+847.332	10°05'36.27" i	04°02'52.21"	25.000	283.093	49.871	0°06'04.30"
7	A-A'	1+153.431	1+233.431	1+310.032	28°52'03.70" o	03°41'12.43"	60.000	310.817	156.601	0°05'31.81"
8	C-C'	0+106.689	0+116.689	0+125.214	53°30'24.90" i	57°46'04.00"	10.000	19.837	18.528	1°26'39.05"
9	C-C'	0+129.447	0+139.447	0+147.793	56°36'03.60" o	61°42'09.80"	10.000	18.572	18.346	1°32'33.35"
10	C-C'	0+309.204	0+319.294	0+327.608	57°08'19.70" i	62°23'53.60"	10.000	18.365	18.314	1°33'35.91"
11	C-C'	0+332.419	0+342.419	0+350.758	56°43'01.90" o	61°51'09.60"	10.000	18.527	18.340	1°32'46.57"
12	D-D'	0+312.894	0+332.894	0+352.810	09°04'34.87" i	04°32'51.68"	20.000	251.977	39.916	0°06'49.29"
13	D-D'	0+196.196	0+216.196	0+236.109	09°16'08.51" o	04°38'40.73"	20.000	246.717	39.913	0°06'58.02"
14	E-E'	0+223.443	0+272.628	0+320.956	18°30'45.48" o	03°47'49.06"	49.185	301.798	97.513	0°05'41.73"

U N A M
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.

LAMINA 23

tangentes restantes se obtienen por las deflexiones de las curvas.

Los ejes D-D' y E-E' fueron necesarios para resolver el alineamiento de la Av. Coyoacán con la Av. México y con la calle Josefa Ortiz de Domínguez, respectivamente pues estas tres calles forman una intersección en "X", con el cruce adicional a Río Churubusco.

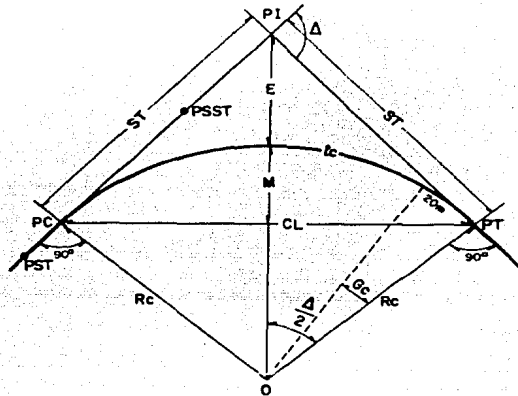
El eje D-D' lo formaron tres tangentes y las curvas 12 y 13; las tangentes de los extremos están fijas a los correspondientes parámetros poniente Av. México y Av. Coyoacán, ligados a los PO_3 , PO_4 , PO_7 y PO_8 .

El eje E-E', se fijó al parámetro oriente de la calle Josefa Ortiz de Domínguez, mediante los PO_5 y PO_6 y a los PO_7 y PO_8 de la Av. Coyoacán, a una distancia variable entre 9.00 y 9.50 m; en este eje solo se requirió la curva 14.

La condición de continuidad en todos los ejes de trazo, es que las tangentes se unan mediante curvas que pueden ser circulares simples, compuestas ó inversas. Las curvas circulares simples unen dos tangentes mediante una sola circular, cuyas condiciones geométricas se expresan en la lámina 24:

Las compuestas, son dos o más curvas circulares tangentes entre sí y con las rectas a las que se les quiere dar continuidad.

El caso más común es el de una circular central y dos curvas de enlace a las tangentes, que generalmente son simétricas. Las curvas compuestas, en vías de alta velocidad, se proyectan con una circular central y dos curvas de enlace que pueden ser espirales ó clotoides.



- 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
 PSST Punto sobre subtangente
 O Centro de la curva circular
 Δ Angulo de deflexión de las tangentes
 Gc Grado de curvatura de la curva circular
 Rc Radio de la curva circular
 ST Subtangente
 E Externa
 M Ordenada media
 C Cuerda
 CL Cuerda larga
 Lc Longitud de la curva circular
 Δ/m Deflexión por metro

$$ST = \frac{CL}{2 \cos \frac{\Delta}{2}}$$

$$ST = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$R = \frac{ST}{\tan \frac{\Delta}{2}}$$

$$Lc = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

$$Gc = 20 \frac{180}{\pi R}$$

$$\Delta/m = \frac{\Delta/2}{Lc}$$

$$\Delta/m = \frac{\Delta}{2 Lc}$$

$$CL = 2 (R \sin \frac{\Delta}{2})$$

$$E = \sqrt{R^2 + ST^2} - R$$

$$M = R - R \cos \frac{\Delta}{2}$$

UNAM
 FACULTAD DE
 INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
 DIAGRAMA DE ELEMENTOS TÍPICOS
 DE UNA CURVA HORIZONTAL

TESIS PROFESIONAL
 ANGEL CERVANTES V.

LAMINA 24

Un ejemplo de programa para solución de curvas horizontales, al eje de trazo, en BASIC se dá en la lámina 25 y un ejemplo de codificación de COGO, para resolver el mismo problema, se representa, en la lámina 26.

En el apéndice, se incluye un listado de los resultados del procesamiento de los datos, utilizando el lenguaje COGO, que fué la base para el desarrollo de el proyecto que nos ocupa.

La lámina 22, es una representación simplificada del plano definitivo denominado "PLANTA GENERAL DE TRAZO", y en ella se identifican los ejes con sus respectivas denominaciones, los puntos obligados y los cadenamientos de los puntos más importantes de esta parte de la solución geométrica.

```

5 REM PROGRAMA PARA CALCULO DE CURVAS HORIZONTALES
10 INPUT "PROYECTO ";PROY#
15 INPUT "FECHA ";FECH#
16 INPUT "PUNTO NUMERO";PA
17 INPUT "Y1 ";YA#
18 INPUT "X1 ";XA#
19 INPUT "PUNTO NUMERO";PB
20 INPUT "Y2 ";YB#
21 INPUT "X2 ";XB#
23 INPUT "PUNTO NUMERO";PC
24 INPUT "Y3";YC#
26 INPUT "X3";XC#
27 INPUT "PUNTO NUMERO";PD
28 INPUT "Y4";YD#
30 INPUT "X4";XD#
32 INPUT "R";R
34 INPUT "CADENAMIENTO INICIAL";CAD#
46 LPRINT TAB(8)"PROYECTO";PROY#
50 LPRINT TAB(8)"FECHA ";FECH#
55 LPRINT TAB(10)"DATOS DE ENTRADA"
65 LPRINT TAB(28)"Y";TAB(38)"X"
75 LPRINT TAB(10);PA;TAB(20)USING"#####.#####";YA#;XA#
80 LPRINT TAB(10);PB;TAB(20)USING"#####.#####";YB#;XB#
95 LPRINT TAB(10);PC;TAB(20)USING"#####.#####";YC#;XC#
70 LPRINT TAB(10);PD;TAB(20)USING"#####.#####";YD#;XD#
95 LPRINT TAB(10)"RADIO"TAB(24)USING"#####.#####";R#
100 LPRINT TAB(10)"CADENAMIENTO"TAB(25)USING"#####.#####";CAD#
120 A#=(YB#-YA#)
130 B#=(XB#-XA#)
140 C#=(YB#-YA#)*XA#-(XB#-XA#)*YA#
150 LPRINT TAB(10)"ECUACION DE LA PRIMERA TANGENTE"
160 LPRINT TAB(30)A#;"X+";B#;"Y+";C#;"=0"
170 D#=(YD#-YC#)
180 E#=(XD#-XC#)
190 F#=(YD#-YC#)*XC#-(XD#-XC#)*YC#
200 LPRINT TAB(10)"ECUACION DE LA SEGUNDA TANGENTE"
202 LPRINT TAB(30)D#;"X+";E#;"Y+";F#;"=0"
210 YE#=((C#*D#)-(F#*A#))/((A#*E#)-(D#*B#))
220 XE#=((B#*F#)-(E#*C#))/((A#*E#)-(D#*B#))
230 LPRINT TAB(10)"COORDENADAS DEL PI"
240 LPRINT "Y=";
250 LPRINT USING"#####.#####";YE#
260 LPRINT "X=";
270 LPRINT USING"#####.#####";XE#
271 PHITAN#=(D#*B#)-(A#*E#)/((A#*D#)+(B#*E#))
272 LPRINT TAB(10)"TANGENTE DE LA DEFLEXION"
273 LPRINT "PHITAN=";
274 LPRINT USING"#####.#####";PHITAN#
280 THETA#=ATN(PHITAN#)
281 ABDEL=THETA#/2
290 THETA#=(THETA#*57.29578)
300 G#=(FIX(THETA#))
310 H#=(THETA#-G#)
320 I#=(H#*60)
340 J#=(FIX(I#))
350 K#=(I#-J#)
360 L=(K#*60)
363
364
365
366
367

```

```

370 LPRINT TAB(10)"ANGULO DE DEFLEXION"
380 LPRINT "THETA=";
390 LPRINT G#;"G";J#;"M";L;"S"
400 ST=R*TAN(ARCLT)
410 LPRINT TAB(10)"SUBTANGENTE"
420 LPRINT "ST=";
430 LPRINT USING"#####.###";ST
440 LC#=R*THETA#.0174532
450 LPRINT TAB(10)"LONGITUD DE CURVA"
460 LPRINT "LC#=";
470 LPRINT USING"#####.###";LC#
480 GC#=1145.7156#/R
490 M#=-FIX(GC#)
500 N#=GC#-M#
510 O#=N**60
520 P#=-FIX(O#)
530 R#=O#-P#
540 S=R**60
550 LPRINT TAB(10)"GRADO DE CURVATURA"
560 LPRINT "GC=";
570 LPRINT M#;P#;S;"GMS"
580 DM#=THETA#/(2*LC#)
590 T#=-FIX(DM#)
600 U#=DM#-T#
610 V#=U**60
620 W#=-FIX(U#)
630 XW#=V#-W#
640 YX=XW**60
650 LPRINT TAB(10)"DEFLEXION POR METRO"
660 LPRINT "DM=";
670 LPRINT T#;W#;YX;"GMS"
680 LOTAN1#=((YE#-YA#)^2+(XE#-XA#)^2)^.5
690 LOTAN2#=((YE#-YB#)^2+(XE#-XB#)^2)^.5
700 LPRINT TAB(10)"LONGITUD DE LAS TANGENTES"
710 LPRINT "LOTAN1=";
720 LPRINT USING"#####.###";LOTAN1#
740 LPRINT "LOTAN2=";
750 LPRINT USING"#####.###";LOTAN2#
760 ML#=LOTAN1#-ST
770 NL#=LOTAN2#-ST
780 PROC1#=-ML#*ST
790 PROC2#=-NL#*ST
800 YF#=(YA#+PROC1**YE#)/(1+PROC1#)
810 XF#=(XA#+PROC1**XE#)/(1+PROC1#)
820 YG#=(YB#+PROC2**YE#)/(1+PROC2#)
830 XG#=(XB#+PROC2**XE#)/(1+PROC2#)
840 LPRINT TAB(10)"COORDENADAS DEL PC"
850 LPRINT "Y=";
860 LPRINT USING"#####.###";YF#
861
862
863
864
865

```

```
870 LPRINT "X=" ;
880 LPRINT USING"#####.###";XF#
910 LPRINT TAB(10)"COORDENADAS DEL PT"
920 LPRINT "Y=" ;
930 LPRINT USING"#####.###";YG#
940 LPRINT "X=" ;
950 LPRINT USING"#####.###";XG#
960 CADPA#=#CAD#
970 CADPC#=#CADPA#*ML#
980 CADPI#=#CADPC#*I#ST
990 CADPT#=#CADPC#*LC#
1000 CADPD#=#CADPT#*NL#
1010 LPRINT TAB(10)"CADENAMIENTO"
1020 LPRINT TAB(20)"CADENAMIENTO DEL PUNTO DE INICIO"
1030 LPRINT "PA=" ;
1040 LPRINT USING"#####.###";CADPA#
1050 LPRINT TAB(20)"CADENAMIENTO DEL PC"
1060 LPRINT "PC=" ;
1070 LPRINT USING"#####.###";CADPC#
1080 LPRINT TAB(20)" CADENAMIENTO DEL PI"
1090 LPRINT "PI=" ;
1100 LPRINT USING"#####.###";CADPI#
1110 LPRINT TAB(20)"CADENAMIENTO DEL PT"
1120 LPRINT "PT=" ;
1130 LPRINT USING"#####.###";CADPT#
1140 LPRINT TAB(20)"CADENAMIENTO DEL PUNTO FINAL"
1150 LPRINT "PD=" ;
1160 LPRINT USING"#####.###";CADPD#
1170 END
```

1171
1172
1173
1174
1175

PROGRAMA EUN-31

D A T O S

FECHA _____

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
*	ENTRANQUE UNIVERSIDAD C.I.															
*	CALCULO DEFINITIVO															
*	EUN-31															
*	CALCULO DEL EJE DE TRAZO A-A'															
STØRE	3501	4993.2316	4999.6105													
	3502	5007.0776	4766.5904													
*																
LØLIN	3501	3502	3503	-49.976												
LØDEF	3503	3502	3504	369.761	28	52	03.70									
	3502	3504	3505	136.631	19	56	08.71									
	3504	3505	3506	127.166	-07	33	11.84									
*																
*	CALCULO DE CURVAS DEL EJE DE TRAZO A-A'															
ALIGN	7	3503	3502	3504	3507	3508	3509	0.0	80.000	950.024	0.0					
	2	3509	3504	3505	3510	3511	3512	0.0	58.983	-11.0	0.0					
	1	3512	3505	3506	3513	3514	3515	0.0	25.000	-11.0	0.0					
*																
*	CALCULO DEL EJE DE TRAZO B-B'															

CODIFICO _____

U N A M
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.

L A M I N A 2 6

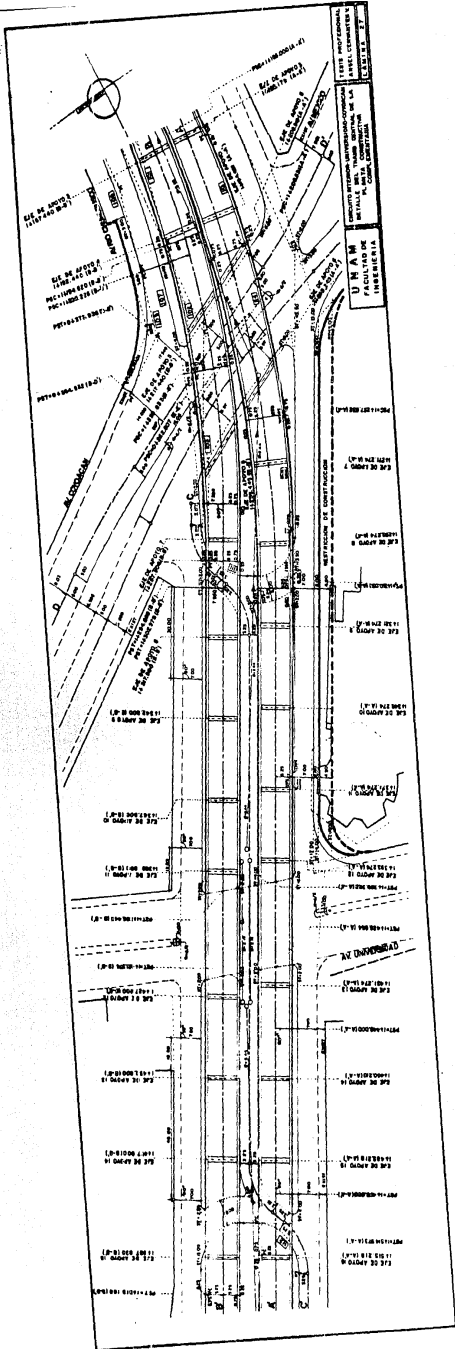
V. PLANTA CONSTRUCTIVA COMPLEMENTARIA.

La Planta Constructiva es un plano eminentemente de detalles; como su nombre lo dice, en el se incluyen todos los datos necesarios para la construcción de banquetas, camellones, isletas, retornos parapetos y todos aquellos elementos que sin ser parte relevante de la solución si son determinantes, para la correcta operación de cualquier calle y sobre todo, de un entronque que combine el tránsito de varias calles.

Los datos constructivos siempre se refieren a los ejes de trazo previamente establecidos, pero en ocasiones resulta mejor fijar sus condiciones geométricas a puntos permanentes de la geografía del lugar; esto es paramentos ó instalaciones municipales que con toda certeza permanecerán inalterables después de la realización de la obra en proyecto. En otros casos, las referencias pueden darse a partir de un eje secundario que no necesariamente sea el más cercano, pero que sí es el más conveniente.

Como se puede observar en la lámina 27, en la que se representa un detalle de la parte central del puente, los datos que se incluyen en la planta constructiva son muy minuciosos y cualquier equivocación puede resultar en un error de obra con graves consecuencias para la operación del tránsito, la confiabilidad del constructor y el prestigio del proyectista.

Como se puede observar en la misma lámina, los detalles deben llegar a indicar los cadenamientos de los ejes de apoyo, los anchos de las calzadas de cada arroyo, el inicio y la terminación de camellones y de isletas, las referencias constructivas que no están incluidas en la planta de trazo. A este respecto, se debe consultar



la tabla en la que se dan los datos de curvas de guarniciones de banquetas y camellones, así como las curvas de ampliación de arroyos necesarios para compensar el efecto centrífugo de la operación vehicular y su consiguiente requerimiento de sobreelevación como se observa en la tabla de curvas constructivas estas se identifican con letras minúsculas contra las curvas numeradas de los ejes de trazo.

La gráfica de la lámina 27, se explica por sí misma.

En todos los casos, el dimensionamiento de arroyos, banquetas y camellones se hizo de acuerdo con las Normas de Construcción del D.D.F., establecidas en el libro 2a, capítulos 2.10.1, 2.10.3, 2.10.4, 2.10.5 y 2.10.6.

En general, sobre las dimensiones se puede decir que las avenidas Coyoacán y Universidad, no sufrieron alteraciones a sus dimensionamientos existente, quedando arroyos y banquetas como previamente se describieron. La avenida Río Churubusco, es la que mayores cambios sufre, pero que le dan las características definitivas de la parte sur del Circuito Interior. La sección transversal resultante es de doce carriles de circulación de los cuales son para tránsito continuo y los restantes seis operan como calles laterales sujetas a las restricciones del funcionamiento semaforizado. Los arroyos centrales se diseñaron para tres carriles de 3.50 m y los arroyos laterales para dos carriles, uno para autobuses, de 4.00 m de ancho y otro para autos, de 3.00 m, como mínimo para la circulación de automóviles. El dimensionamiento del puente incluye un separador central de 1.90 m con un parapeto de .25 m y banquetas de seguridad de .85 m, en los extremos laterales también se tienen parapetos de .25 m con barreras metálicas y banquetas de seguridad de .75 m.

En todos los casos, se dimensionaron los camellones y banquetas cumpliendo con los radios de giro mínimos establecidos en las Normas Generales de Construcción del D.D.F.

VI. PLANOS DE PERFILES.

Los planos de perfiles son el equivalente en altimetría de los ejes de trazo; están formados por tangentes verticales y curvas verticales, que definen las características del proyecto en elevación.

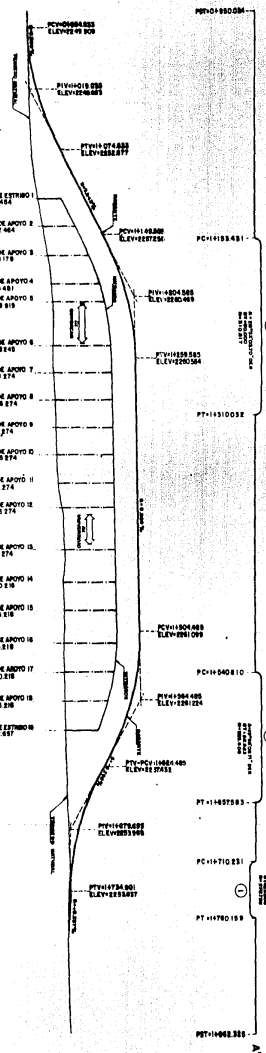
Al perfil del eje de trazo se le denomina; la rasante. En general se proyectan tantas rasantes como ejes principales necesarios para obtener el diseño vial completo. En el entronque Coyoacán-Universidad, Circuito Interior, se definieron cuatro ejes principales de trazo, de los cuales dos conservan los niveles del terreno natural actual, por lo que no requerimos la elaboración de sus respectivos perfiles. Estos son: el eje D-D' que liga Av. México con Av. Coyoacán y el eje E-E' que resuelve la comunicación de Josefa Ortiz de Domínguez a la Av. Coyoacán.

Los ejes A-A' y B-B', que corresponden a los arroyos centrales del Circuito Interior, son los únicos que requirieron solución altimétrica.

Como ya se comentó, fue necesario tener totalmente resuelta la geometría de los ejes para solicitar los perfiles del terreno natural coincidente con la nueva rasante; en la lámina 28, se ve claramente como variaba el terreno y en que condiciones quedó definida la rasante

El perfil del eje A-A' (ver lámina 28) se resolvió con cinco tangentes y cuatro curvas, las tangentes extremas permiten la liga con el terreno natural, la tangente central corresponde a la cima y las dos restantes fueron necesarias para alcanzar los niveles máximos necesarios para cruzar las avenidas Coyoacán y Universidad.

T R A N Z O E S T R U C T U R A L



CADERNAMENTOS	ELEVACIONES	
	ENTRADA	TERMINO
0+000	1000.00	1000.00
0+100	1000.00	1000.00
0+200	1000.00	1000.00
0+300	1000.00	1000.00
0+400	1000.00	1000.00
0+500	1000.00	1000.00
0+600	1000.00	1000.00
0+700	1000.00	1000.00
0+800	1000.00	1000.00
0+900	1000.00	1000.00
1+000	1000.00	1000.00
1+100	1000.00	1000.00
1+200	1000.00	1000.00
1+300	1000.00	1000.00
1+400	1000.00	1000.00
1+500	1000.00	1000.00
1+600	1000.00	1000.00
1+700	1000.00	1000.00
1+800	1000.00	1000.00
1+900	1000.00	1000.00
2+000	1000.00	1000.00
2+100	1000.00	1000.00
2+200	1000.00	1000.00
2+300	1000.00	1000.00
2+400	1000.00	1000.00
2+500	1000.00	1000.00
2+600	1000.00	1000.00
2+700	1000.00	1000.00
2+800	1000.00	1000.00
2+900	1000.00	1000.00
3+000	1000.00	1000.00
3+100	1000.00	1000.00
3+200	1000.00	1000.00
3+300	1000.00	1000.00
3+400	1000.00	1000.00
3+500	1000.00	1000.00
3+600	1000.00	1000.00
3+700	1000.00	1000.00
3+800	1000.00	1000.00
3+900	1000.00	1000.00
4+000	1000.00	1000.00
4+100	1000.00	1000.00
4+200	1000.00	1000.00
4+300	1000.00	1000.00
4+400	1000.00	1000.00
4+500	1000.00	1000.00
4+600	1000.00	1000.00
4+700	1000.00	1000.00
4+800	1000.00	1000.00
4+900	1000.00	1000.00
5+000	1000.00	1000.00
5+100	1000.00	1000.00
5+200	1000.00	1000.00
5+300	1000.00	1000.00
5+400	1000.00	1000.00
5+500	1000.00	1000.00
5+600	1000.00	1000.00
5+700	1000.00	1000.00
5+800	1000.00	1000.00
5+900	1000.00	1000.00
6+000	1000.00	1000.00
6+100	1000.00	1000.00
6+200	1000.00	1000.00
6+300	1000.00	1000.00
6+400	1000.00	1000.00
6+500	1000.00	1000.00
6+600	1000.00	1000.00
6+700	1000.00	1000.00
6+800	1000.00	1000.00
6+900	1000.00	1000.00
7+000	1000.00	1000.00
7+100	1000.00	1000.00
7+200	1000.00	1000.00
7+300	1000.00	1000.00
7+400	1000.00	1000.00
7+500	1000.00	1000.00
7+600	1000.00	1000.00
7+700	1000.00	1000.00
7+800	1000.00	1000.00
7+900	1000.00	1000.00
8+000	1000.00	1000.00
8+100	1000.00	1000.00
8+200	1000.00	1000.00
8+300	1000.00	1000.00
8+400	1000.00	1000.00
8+500	1000.00	1000.00
8+600	1000.00	1000.00
8+700	1000.00	1000.00
8+800	1000.00	1000.00
8+900	1000.00	1000.00
9+000	1000.00	1000.00
9+100	1000.00	1000.00
9+200	1000.00	1000.00
9+300	1000.00	1000.00
9+400	1000.00	1000.00
9+500	1000.00	1000.00
9+600	1000.00	1000.00
9+700	1000.00	1000.00
9+800	1000.00	1000.00
9+900	1000.00	1000.00
10+000	1000.00	1000.00

UNAM
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y
 SERVICIOS TECNOLÓGICOS
 PERIL DE LA MANANTE DE LA
 RAMA SUR DEL PUENTE
 L. A. B. R.

ELEVACIONES
 PERIL DE LA MANANTE DE LA
 RAMA SUR DEL PUENTE
 L. A. B. R.

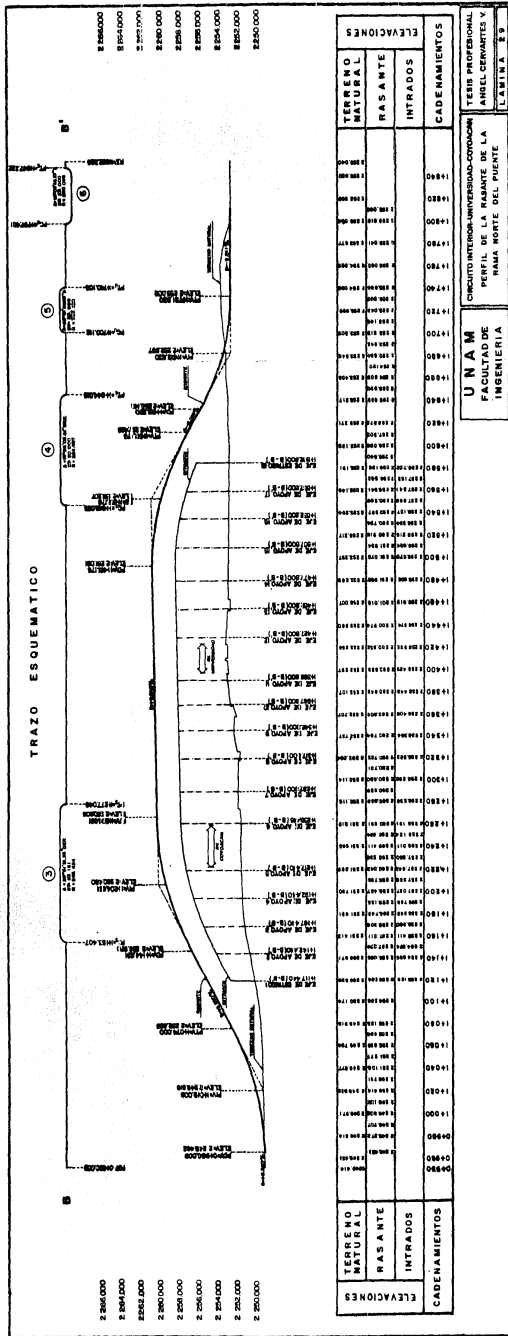
ELEVACIONES
 PERIL DE LA MANANTE DE LA
 RAMA SUR DEL PUENTE
 L. A. B. R.

La pendiente de subida resultó de 5.843% y la de bajada -6.298%; para garantizar el escurrimiento de las aguas pluviales, en la cima se dió una pendiente de 2.209%, y en las tangentes de liga con el estado actual se usaron pendientes de 0.280% y -0.237% .

El arroyo norte quedó definido por el eje B-B' y su perfil también necesitó de cinco tangentes y de cuatro curvas verticales, las pendientes verticales de este eje son muy semejantes a las del A-A', las tangentes de liga con el estado actual se dieron con 0.28% , finalmente en la cima resultó de 0.209%, coincidiendo exactamente con la de la otra rama del puente, las curvas verticales, que le dan continuidad a las rasantes, se calcularon utilizando el método tradicional de curvas parabólicas, que está incluido en la programación del super lenguaje COGO, sin embargo, se incluyen en el apéndice láminas en que se definen los elementos de las curvas verticales en columpio y en cresta, así como un ejemplo en BASIC para resolver estos cálculos en forma simplificada mediante el uso de microcomputadoras.

La representación gráfica de los perfiles se hace generalmente en papel milimétrico, utilizando la escala horizontal de 1:500, y la vertical de 1:50. Esta notable diferencia de escalas es muy útil para percibir los detalles de la altimetría que si fueran dibujados con la misma escala que la horizontal, serían irrelevantes.

En los planos se incluye el perfil del terreno natural, la rasante de proyecto, los cadenamientos de los puntos importantes del perfil tales como PVI, PVC, PTV y cualquier otro que se quiere hacer resaltar para mejor entedimiento del proyecto; además se tabulan todas las elevaciones sobre la rasante, a cada 20.00 m en tramos de tangentes y a cada 5.00 m en los tramos de curva



UNAM
 CENTRO INTERUNIVERSIDAD-COORDINACION
 PERFIL DE LA RAMANTE DE LA
 RAMA NORTE DEL PUENTE
TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA

ESTACIONES	TRAZO ESQUEMATICO	ESTACIONES	TRAZO ESQUEMATICO
2 200 000	2 200 000	18 980	18 980
2 205 000	2 205 000	18 990	18 990
2 210 000	2 210 000	18 995	18 995
2 215 000	2 215 000	19 000	19 000
2 220 000	2 220 000	19 005	19 005
2 225 000	2 225 000	19 010	19 010
2 230 000	2 230 000	19 015	19 015
2 235 000	2 235 000	19 020	19 020
2 240 000	2 240 000	19 025	19 025
2 245 000	2 245 000	19 030	19 030
2 250 000	2 250 000	19 035	19 035
2 255 000	2 255 000	19 040	19 040
2 260 000	2 260 000	19 045	19 045
2 265 000	2 265 000	19 050	19 050
2 270 000	2 270 000	19 055	19 055
2 275 000	2 275 000	19 060	19 060
2 280 000	2 280 000	19 065	19 065
2 285 000	2 285 000	19 070	19 070
2 290 000	2 290 000	19 075	19 075
2 295 000	2 295 000	19 080	19 080
2 300 000	2 300 000	19 085	19 085
2 305 000	2 305 000	19 090	19 090
2 310 000	2 310 000	19 095	19 095
2 315 000	2 315 000	19 100	19 100
2 320 000	2 320 000	19 105	19 105
2 325 000	2 325 000	19 110	19 110
2 330 000	2 330 000	19 115	19 115
2 335 000	2 335 000	19 120	19 120
2 340 000	2 340 000	19 125	19 125
2 345 000	2 345 000	19 130	19 130
2 350 000	2 350 000	19 135	19 135
2 355 000	2 355 000	19 140	19 140
2 360 000	2 360 000	19 145	19 145
2 365 000	2 365 000	19 150	19 150
2 370 000	2 370 000	19 155	19 155
2 375 000	2 375 000	19 160	19 160
2 380 000	2 380 000	19 165	19 165
2 385 000	2 385 000	19 170	19 170
2 390 000	2 390 000	19 175	19 175
2 395 000	2 395 000	19 180	19 180
2 400 000	2 400 000	19 185	19 185
2 405 000	2 405 000	19 190	19 190
2 410 000	2 410 000	19 195	19 195
2 415 000	2 415 000	19 200	19 200
2 420 000	2 420 000	19 205	19 205
2 425 000	2 425 000	19 210	19 210
2 430 000	2 430 000	19 215	19 215
2 435 000	2 435 000	19 220	19 220
2 440 000	2 440 000	19 225	19 225
2 445 000	2 445 000	19 230	19 230
2 450 000	2 450 000	19 235	19 235
2 455 000	2 455 000	19 240	19 240
2 460 000	2 460 000	19 245	19 245
2 465 000	2 465 000	19 250	19 250
2 470 000	2 470 000	19 255	19 255
2 475 000	2 475 000	19 260	19 260
2 480 000	2 480 000	19 265	19 265
2 485 000	2 485 000	19 270	19 270
2 490 000	2 490 000	19 275	19 275
2 495 000	2 495 000	19 280	19 280
2 500 000	2 500 000	19 285	19 285
2 505 000	2 505 000	19 290	19 290
2 510 000	2 510 000	19 295	19 295
2 515 000	2 515 000	19 300	19 300
2 520 000	2 520 000	19 305	19 305
2 525 000	2 525 000	19 310	19 310
2 530 000	2 530 000	19 315	19 315
2 535 000	2 535 000	19 320	19 320
2 540 000	2 540 000	19 325	19 325
2 545 000	2 545 000	19 330	19 330
2 550 000	2 550 000	19 335	19 335
2 555 000	2 555 000	19 340	19 340
2 560 000	2 560 000	19 345	19 345
2 565 000	2 565 000	19 350	19 350
2 570 000	2 570 000	19 355	19 355
2 575 000	2 575 000	19 360	19 360
2 580 000	2 580 000	19 365	19 365
2 585 000	2 585 000	19 370	19 370
2 590 000	2 590 000	19 375	19 375
2 595 000	2 595 000	19 380	19 380
2 600 000	2 600 000	19 385	19 385
2 605 000	2 605 000	19 390	19 390
2 610 000	2 610 000	19 395	19 395
2 615 000	2 615 000	19 400	19 400
2 620 000	2 620 000	19 405	19 405
2 625 000	2 625 000	19 410	19 410
2 630 000	2 630 000	19 415	19 415
2 635 000	2 635 000	19 420	19 420
2 640 000	2 640 000	19 425	19 425
2 645 000	2 645 000	19 430	19 430
2 650 000	2 650 000	19 435	19 435
2 655 000	2 655 000	19 440	19 440
2 660 000	2 660 000	19 445	19 445
2 665 000	2 665 000	19 450	19 450
2 670 000	2 670 000	19 455	19 455
2 675 000	2 675 000	19 460	19 460
2 680 000	2 680 000	19 465	19 465
2 685 000	2 685 000	19 470	19 470
2 690 000	2 690 000	19 475	19 475
2 695 000	2 695 000	19 480	19 480
2 700 000	2 700 000	19 485	19 485
2 705 000	2 705 000	19 490	19 490
2 710 000	2 710 000	19 495	19 495
2 715 000	2 715 000	19 500	19 500
2 720 000	2 720 000	19 505	19 505
2 725 000	2 725 000	19 510	19 510
2 730 000	2 730 000	19 515	19 515
2 735 000	2 735 000	19 520	19 520
2 740 000	2 740 000	19 525	19 525
2 745 000	2 745 000	19 530	19 530
2 750 000	2 750 000	19 535	19 535
2 755 000	2 755 000	19 540	19 540
2 760 000	2 760 000	19 545	19 545
2 765 000	2 765 000	19 550	19 550
2 770 000	2 770 000	19 555	19 555
2 775 000	2 775 000	19 560	19 560
2 780 000	2 780 000	19 565	19 565
2 785 000	2 785 000	19 570	19 570
2 790 000	2 790 000	19 575	19 575
2 795 000	2 795 000	19 580	19 580
2 800 000	2 800 000	19 585	19 585
2 805 000	2 805 000	19 590	19 590
2 810 000	2 810 000	19 595	19 595
2 815 000	2 815 000	19 600	19 600
2 820 000	2 820 000	19 605	19 605
2 825 000	2 825 000	19 610	19 610
2 830 000	2 830 000	19 615	19 615
2 835 000	2 835 000	19 620	19 620
2 840 000	2 840 000	19 625	19 625
2 845 000	2 845 000	19 630	19 630
2 850 000	2 850 000	19 635	19 635
2 855 000	2 855 000	19 640	19 640
2 860 000	2 860 000	19 645	19 645
2 865 000	2 865 000	19 650	19 650
2 870 000	2 870 000	19 655	19 655
2 875 000	2 875 000	19 660	19 660
2 880 000	2 880 000	19 665	19 665
2 885 000	2 885 000	19 670	19 670
2 890 000	2 890 000	19 675	19 675
2 895 000	2 895 000	19 680	19 680
2 900 000	2 900 000	19 685	19 685
2 905 000	2 905 000	19 690	19 690
2 910 000	2 910 000	19 695	19 695
2 915 000	2 915 000	19 700	19 700
2 920 000	2 920 000	19 705	19 705
2 925 000	2 925 000	19 710	19 710
2 930 000	2 930 000	19 715	19 715
2 935 000	2 935 000	19 720	19 720
2 940 000	2 940 000	19 725	19 725
2 945 000	2 945 000	19 730	19 730
2 950 000	2 950 000	19 735	19 735
2 955 000	2 955 000	19 740	19 740
2 960 000	2 960 000	19 745	19 745
2 965 000	2 965 000	19 750	19 750
2 970 000	2 970 000	19 755	19 755
2 975 000	2 975 000	19 760	19 760
2 980 000	2 980 000	19 765	19 765
2 985 000	2 985 000	19 770	19 770
2 990 000	2 990 000	19 775	19 775
2 995 000	2 995 000	19 780	19 780
3 000 000	3 000 000	19 785	19 785

vertical, para esos mismos puntos se tabulan los cadenamientos y las elevaciones del terreno natural; se acostumbra dar estos datos en cadenamientos cerrados y sólo los puntos relevantes se dan en su cadenamiento propio, para tener una referencia con la solución en planta, se incluye en la parte superior del plano de trazo esquematizado del eje correspondiente al perfil.

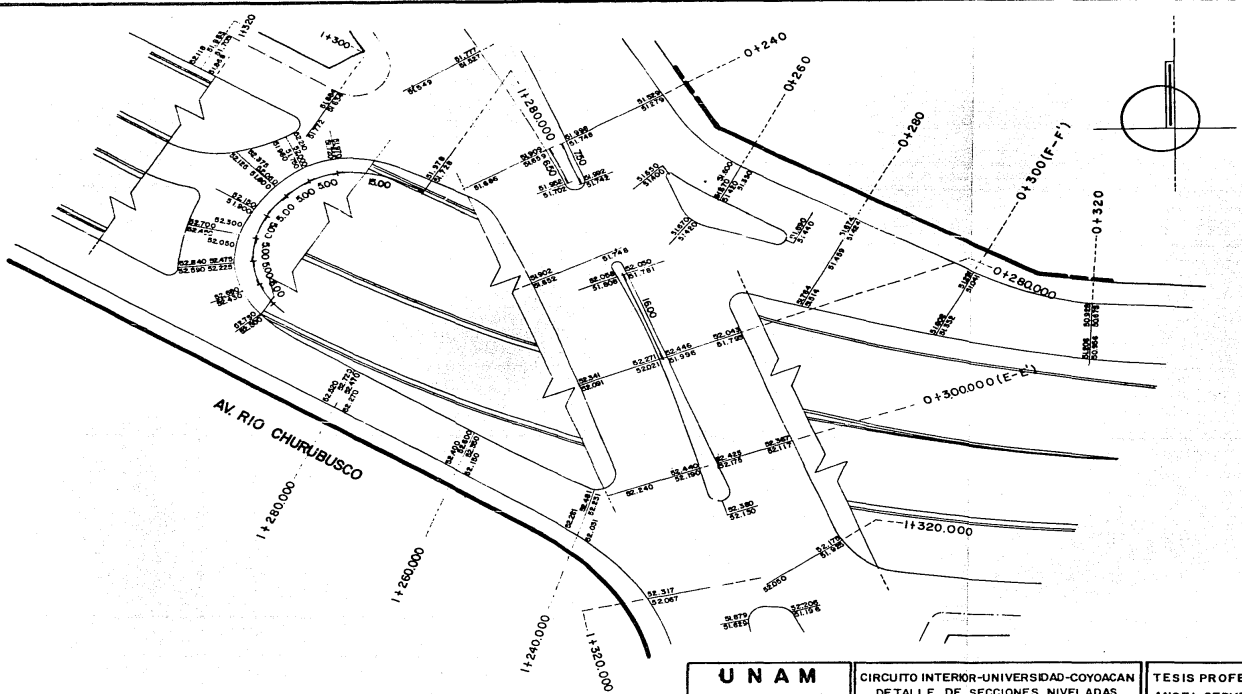
VII. PLANTA DE SECCIONES NIVELADAS.

La Planta de Secciones Niveladas, es la representación en planta de los datos de altimetría que permiten identificar los niveles, referidos del nivel del mar, de la cunetas y coronas de guarnición de todos los arroyos que forman el proyecto definitivo. Los datos de nivelación se representan como en los perfiles, a cada 20.00 m en tramos de tangentes verticales, y a cada 5.00 m zonas de curvas verticales y a cada 10.00 m en tramos de transición de curvas horizontales.

En el proyecto del puente de Circuito Interior, se usaron los tres intervalos de representación de datos, pues en los tramos tangentes y de curvas verticales se incluyeron secciones niveladas a 5.00 m y 20.00 m y para definir la sobrelevación de las curvas horizontales de los ejes A-A' y B-B' se necesitaron tramos de transición de ambos lados del tramo central de sobrelevación máxima.

Para el cálculo de las secciones niveladas se siguieron los siguientes criterios: dar pendiente transversal mínima del 2%, ligar cunetas de proyecto con las existencias en todas las bocacalles; mantener una sobrelevación máxima del 6% constante en los tramos de mayor curvatura; evitar los cambios bruscos de alineamiento vertical usando las normas de cálculo de secciones de transición y conservar una pendiente longitudinal mínima del 0.1% en tramos tangentes.

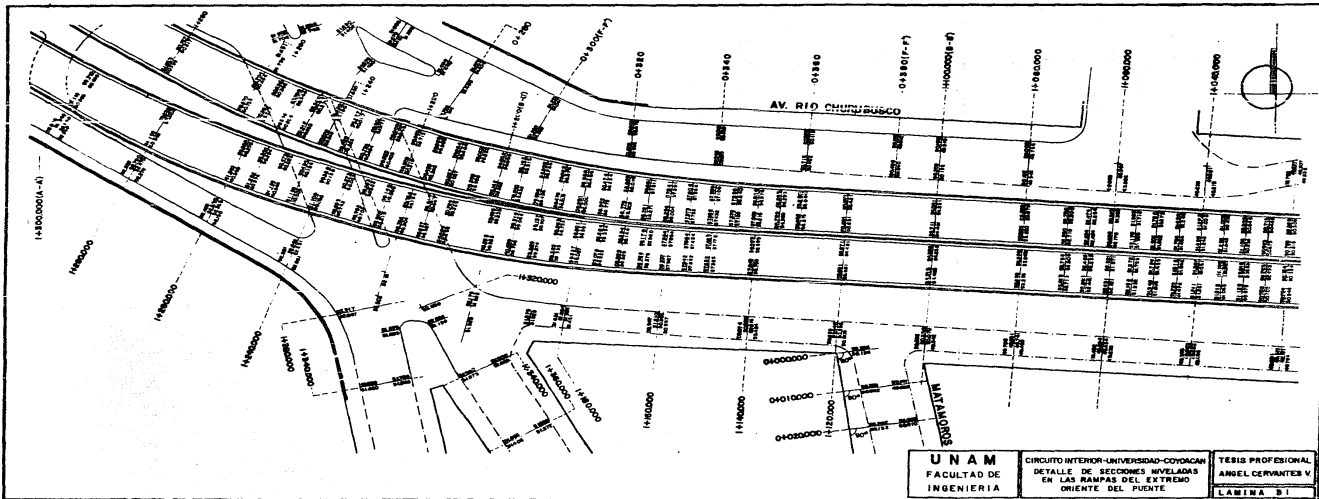
El plano de secciones niveladas contiene una gran cantidad de datos que deben ser cuidadosamente revisados antes de ser enviados a la obra, como ejemplo de este tipo de trabajo se muestran en las láminas 30, 31 y 32 un detalle de la forma en que se resolvió la



UNAM
 FACULTAD DE
 INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
 DETALLE DE SECCIONES NIVELADAS
 INTERSECCION AV. COYOACAN
 SOLUCION A NIVEL

TESIS PROFESIONAL
 ANGEL CERVANTES V.
 LAMINA 30



UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
DETALLE DE SECCIONES NIVELADAS
EN LAS RAMPAS DEL EXTREMO
ORIENTE DEL PUENTE

TERCER PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.
LAMINA 01

nivelación a lo largo del puente del Circuito Interior y los detalles de la solución al nivel natural de los cruceros del Circuito con las avenidas Coyoacán y Universidad, respectivamente.

Como se puede observar, los niveles se escriben con la cota exacta, respecto al nivel del mar, con el fin de evitar confusiones en su interpretación al momento de construir.

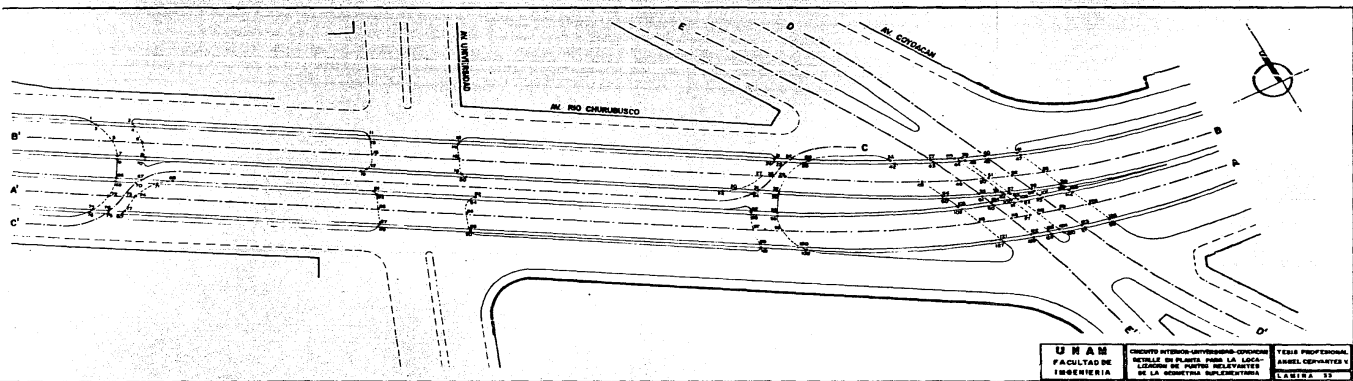
VIII. PLANO DE GEOMETRIA SUPLEMENTARIA.

La geometría suplementaria, es la parte del proyecto vial, que aporta los datos adicionales a la geometría normal para la operación vehicular, que es necesaria para la determinación de los puntos críticos o más importantes para la solución estructural que debe respetar las dimensiones mínimas de anchos y alturas para el paso de vehículos de todo tipo.

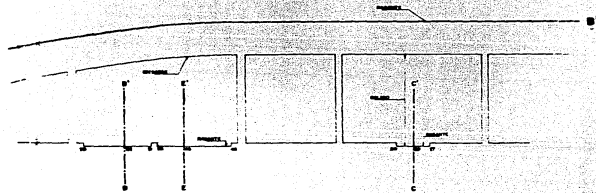
Para el puente del Circuito, se calcularon los datos de distancias horizontales y alturas de los puntos críticos de los claros sobre las avenidas Universidad y Coyoacán. La selección de los puntos por calcular está determinada por los cruces entre los ejes de trazo, las líneas de guarnición y los paños de las losas, cabezales o trabes entre sí. Debido a que en los dos cruces se tienen dos puentes, el número de puntos por analizar se duplica y como las avenidas transversales son de doble sentido, se complica, más el cálculo.

La lámina 33 representa en detalle la localización de los puntos estudiados para la definición de la geometría, se pueden identificar cuales son los valores críticos tanto en el diseño horizontal como el vertical.

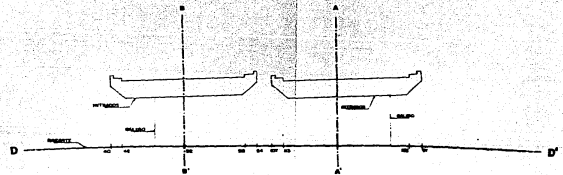
Es evidente que este plano es una simple aplicación del cálculo de intersecciones entre rectas y curvas utilizando la geometría analítica elemental; sin embargo, la utilidad de esta información es evidente.



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	CENTRO HIDRO-ELECTRICO-CENTRAL ESCUELA DE PLANTAS PARA LA LOCALI- DACION DE PUERTO RELEVANTE DE LA SIERRA SUPLEMENTARIA	TESIS PROFESIONAL ANSEL CERVARTEZ Y LUISA ST
--	--	--



SECCION LONGITUDINAL AL EJE (B-B')



SECCION LONGITUDINAL AL EJE (D-D')

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA	TEMA PROFESIONAL
	DETALLES DE BLOQUE PARA LA LOCALIZACIÓN DE PARTES ELEMENTALES DE LA INGENIERIA SUPLEMENTARIA	ANÁLISIS, CONSTRUCCIÓN Y CÁLCULO DE

IX. PLANO DE SECCIONES DE CONSTRUCCION.

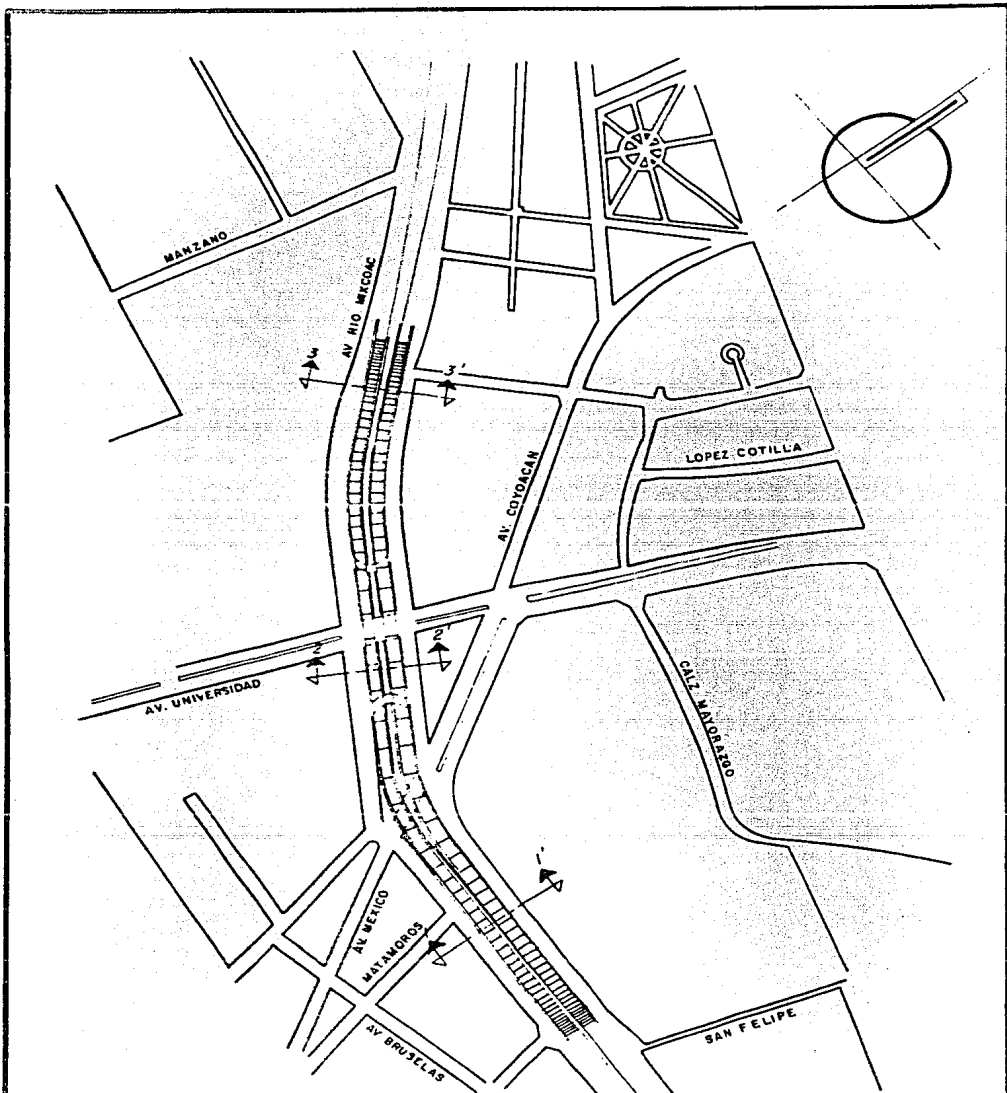
Las secciones de construcción son aquellas que se elaboran para auxiliar a los constructores a interpretar correctamente los datos incluidos en los planos restantes en planta y en perfil. En el plano de secciones se representan cortes transversales en los puntos en que cambian las características de la solución vial, ya sea en planta o en perfil.

En la lámina 35, se representa la posición relativa de las secciones de construcción y en las láminas 36, 37 y 38, se muestran las secciones típicas en tramos de terraplén, en tramo del puente y en el terraplén en que se están separados los estribos de los dos cuerpos.

Generalmente, este tipo de información se prepara para los proyectos de tipo natural, en los que las características del terreno natural dificulta la interpretación rápida de los datos de niveles que deben marcar los pavimentos y banquetas terminadas; también son muy útiles estas datos para estimar los volúmenes de obra de terracerías, tanto en los rellenos como en los cortes, que son determinantes para la correcta estimación de los costos de la obra.

Las secciones de construcción definen los cadenamientos que limitan un mismo tipo de sección y permiten identificar la forma en que varían los diferentes elementos de la estructura vial, tales como: muros, rellenos, banquetas, arroyos, parapetos, etcétera.

En el proyecto del Circuito Interior, las secciones de construcción, vieron como principal objeto el de hacer más clara la interpretación de los planos de trazo, perfiles y secciones niveladas que son básicos para los trabajos de planimetría y altimetría en obra.



UNAM
 FACULTAD DE
 INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
 LOCALIZACION DE SECCIONES
 TRANSVERSALES TIPO

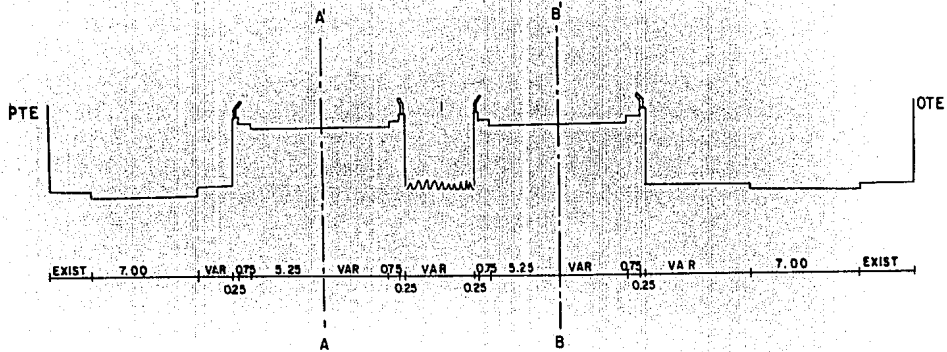
TESIS PROFESIONAL
 ANGEL CERVANTES V.

LAMINA 35

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
SECCION TRANSVERSAL TIPO EN
TRAMO DEL TERRAPLEN PONIENTE

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V
LAMINA 36



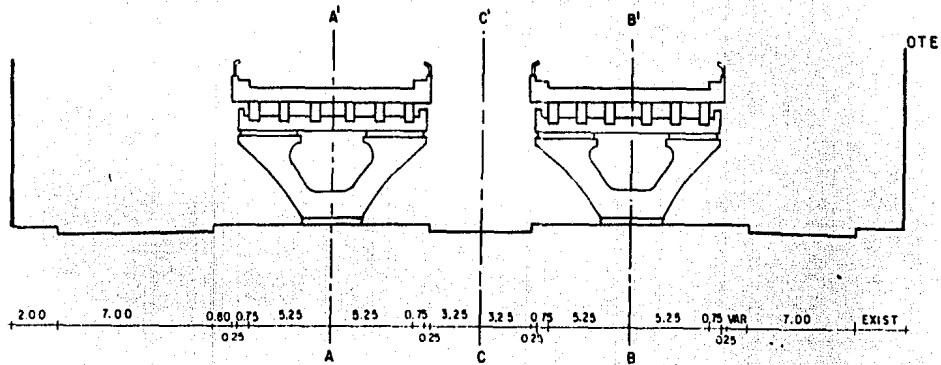
SECCION TRANSVERSAL (3-3')

PST = 1+650.000 (B-B')

UNAM
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN
SECCION TRANSVERSAL TIPO
EN TRAMO DE PUENTE

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.
LAMINA 37

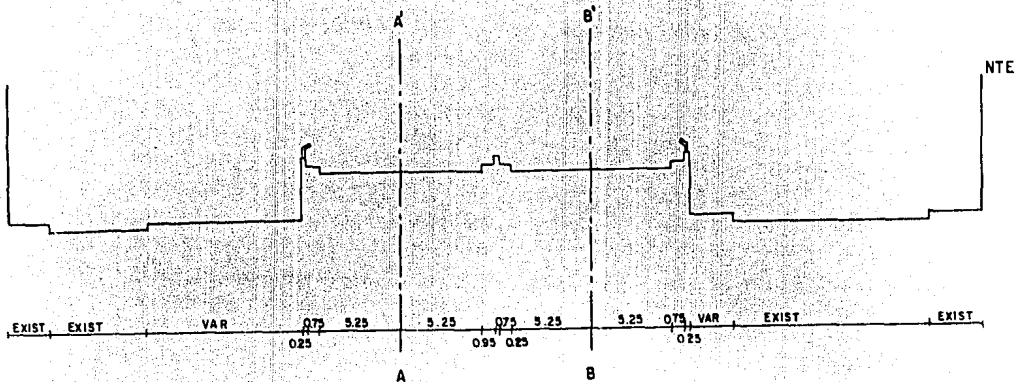


SECCION TRANSVERSAL (2-2')

PST= 1+360.000 (B-B')

U N A M
FACULTAD DE
INGENIERIA

CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD COYOACAN
SECCION TRANSVERSAL EN
TRAMO DEL TERRAPLEN ORIENTE



SECCION TRANSVERSAL (I-I')

PST=1+040.000 (B-B')

TESIS PROFESIONAL
ANGEL CERVANTES V.
LAMINA 38

X.

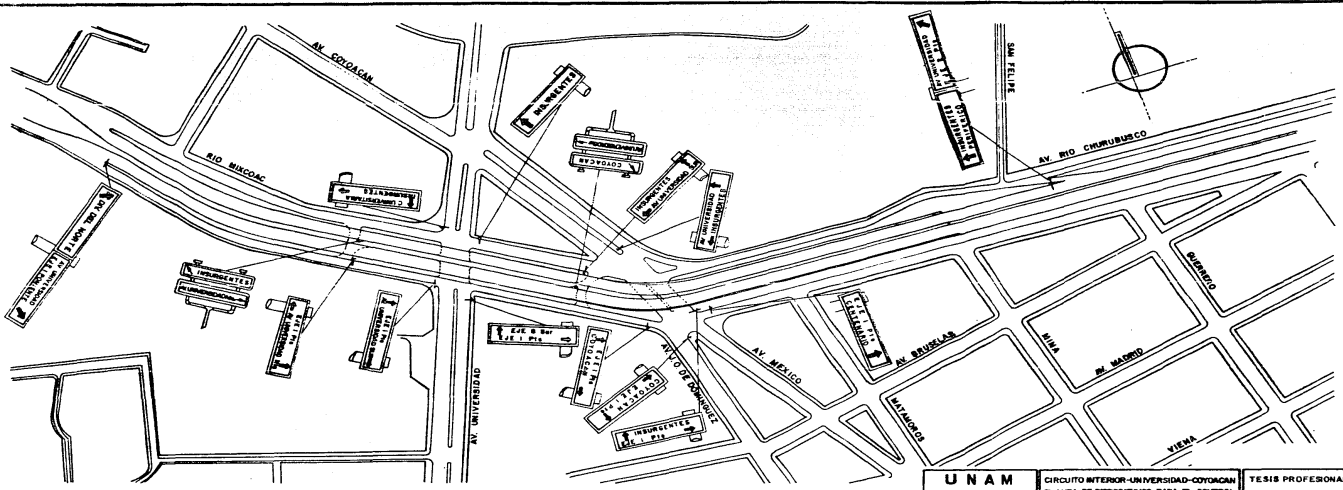
PLANTA DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO.

Los dispositivos para controlar el tránsito, son todos aquellos aparatos, marcas o elementos físicos que permiten inducir el flujo vehicular hacia los destinos deseados por los usuarios o a los necesarios para la buena operación del tránsito.

La utilidad de la asignación de sentidos de circulación en las calles de la ciudad, es evidente; sin embargo, en las grandes ciudades es indispensable informar a los ciudadanos las condiciones impuestas al tránsito, con el fin de dar orden y seguridad al tránsito de vehículos y de peatones. Este es el objetivo principal de los planos de dispositivos para el control del tránsito en todos los proyectos de soluciones viales.

La complejidad del triángulo vial formado por Circuito-Universidad-Coyoacán, hizo más importante la realización del proyecto de señalamiento, además de tomar en cuenta los datos de volúmenes direccionales, se revisó la dependencia entre las diversas calles principales de la zona y las necesidades de comunicación regional.

El señalamiento horizontal consiste en marcar la separación de los carriles en cada uno de los arroyos, las líneas de alto, los pasos peatonales y los encauzamientos en las bifurcaciones o aproximaciones a los puntos de peligro; el señalamiento vertical comprende todas las señales informativas de destino, nomenclatura, circulación de encauzamiento y restricciones que requieren ser vistas de frente por los conductores; el complemento más importante para el control de los flujos vehiculares, son los sistemas de semaforización, y en este proyecto tienen una gran relevancia el diseño de las fases, la longitud de los ciclos y el reparto del tiempo del ciclo.

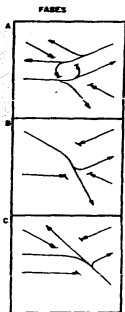
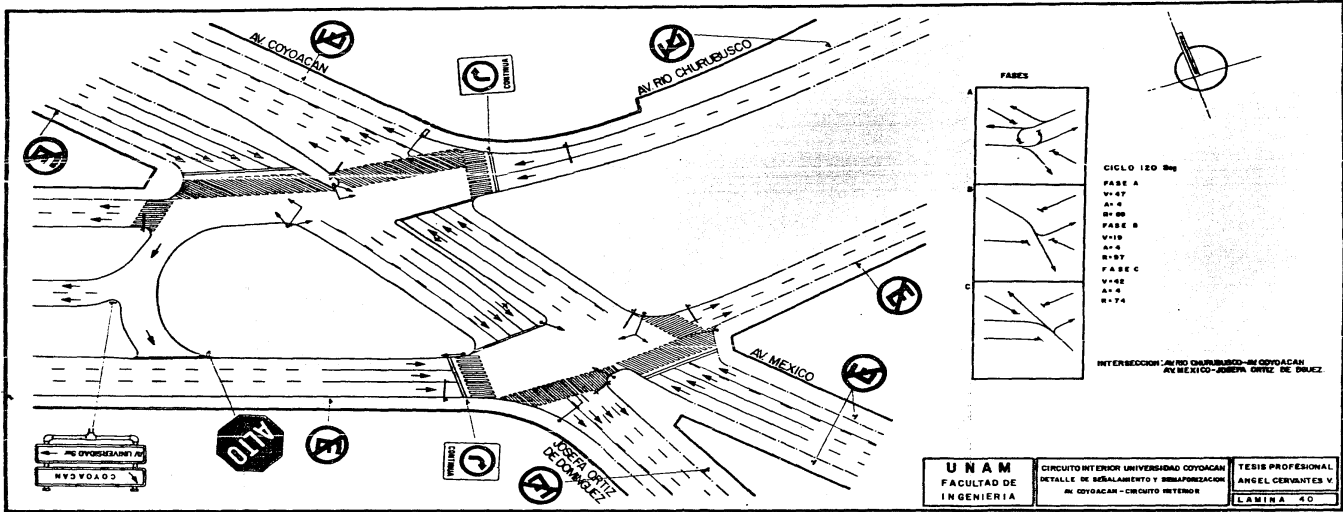


UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COTACMAN	TESIS PROFESIONAL
	PLANTA DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO	ANGEL CERVANTES V.
		LAMINA 39

En la lámina 39, se hace una representación simplificada del señalamiento vertical más importante para la inducción de los flujos del tránsito y en las láminas 40, 41 y 42, se muestran las características de los tres cruces que se semaforizaron, incluyendo el señalamiento horizontal, la localización de los semáforos y los diagramas de fases para la operación controlada de los cruces.

Es importante hacer notar que el reparto de los ciclos corresponde a los volúmenes asignados al proyecto y toman en cuenta las necesidades de los usuarios para realizar los movimientos direccionales; esto llevó a resolver el cruce de Universidad con el Circuito Interior, en tres fases, el de Universidad con Coyoacán en dos fases y el de Coyoacán con Circuito Interior, también en dos fases.

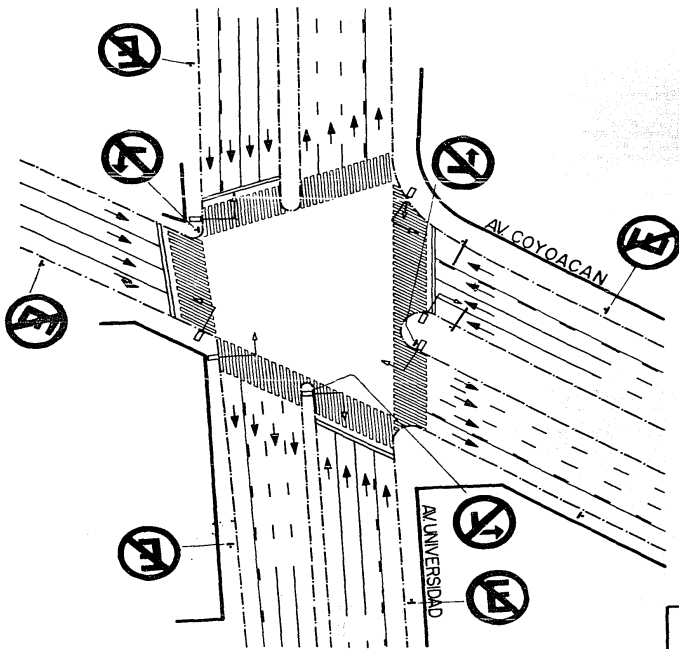
El caso más significativo de encauzamiento del tránsito, es el de las vueltas izquierdas de Circuito hacia Universidad en ambos sentidos, que se logró con carriles exclusivos bajo los puentes, con una fase especial de paso. Los otros dos cruces conservan sus características de operación casi intactas, aunque al cruce de Coyoacán con Circuito se le quitó el volumen de Río Churubusco que era de los principales motivos de conflicto en el triángulo; lo mismo se puede decir de Universidad.



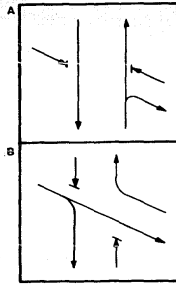
- CICLO 120 Seg
- FASE A
 - V-47
 - A-6
 - R-00
 - FASE B
 - V-10
 - A-6
 - R-07
 - FASE C
 - V-02
 - A-6
 - R-74

INTERSECCION AV RO CHURUBUSCO-EN COYOACAN
AV MEXICO-JOSEFA GONZ DE DRUEZ

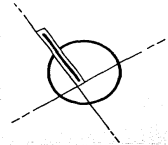
<p>UNAM FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>CIRCUITO INTERIOR UNIVERSIDAD COYOACAN DETALLE DE SEÑALAMIENTO Y REORGANIZACION EN COYOACAN - CIRCUITO INTERIOR</p>	<p>TESIS PROFESIONAL ANGEL CERVANTES V. LAMINA 40</p>
---	--	---



FASES

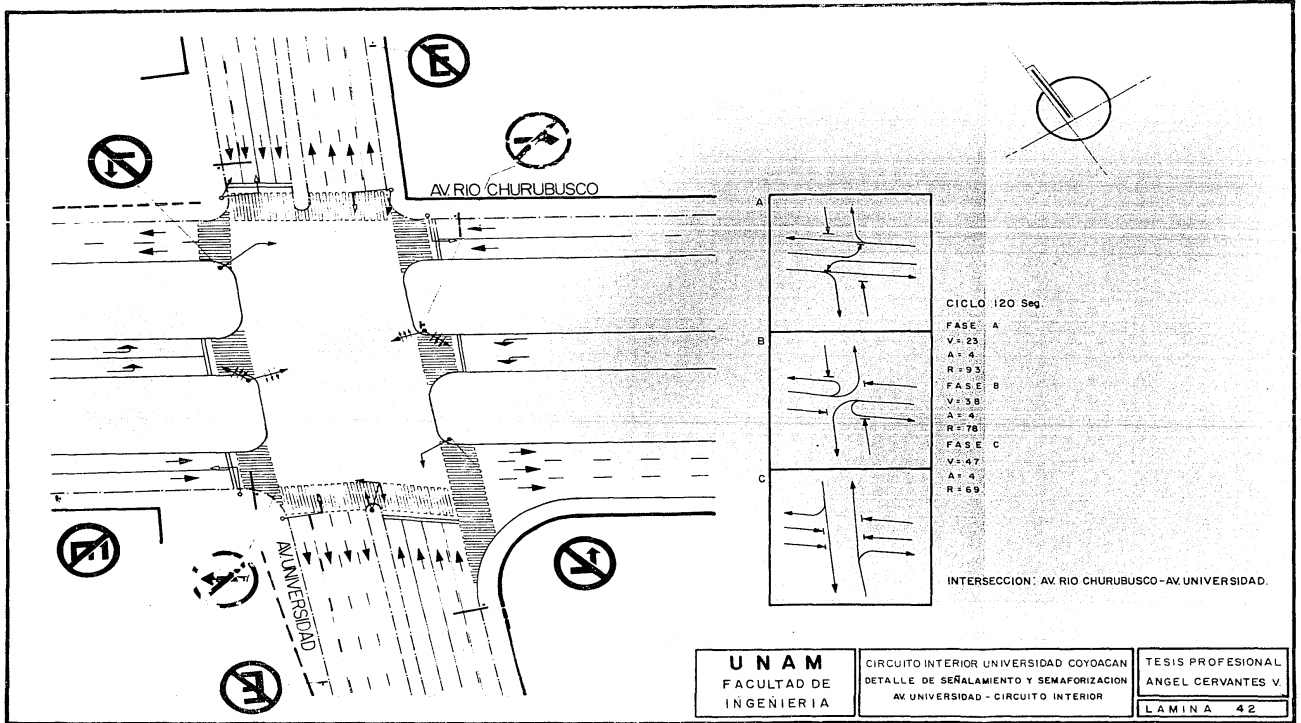


CICLO 120 Seg.
 FASE A
 V = 63
 A = 4
 R = 53
 FASE B
 V = 49
 A = 4
 R = 67



INTERSECCION: AV. UNIVERSIDAD - AV. COYOACAN.

<p>UNAM FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>CIRCUITO INTERIOR-UNIVERSIDAD-COYOACAN DETALLE DE SEÑALAMIENTO Y SEMAFORIZACION AV. UNIVERSIDAD - AV. COYOACAN.</p>	<p>TESIS PROFESIONAL ANGEL CERVANTES V. LAMINA 41</p>
---	--	---



XI. CONCLUSIONES

La revisión de los aspectos más sobresalientes de la solución vial, a través de los capítulos precedentes, permite llegar a las siguientes conclusiones:

- XI.1 La solución de los problemas viales que se presentaban en las intersecciones de las avenidas Coyoacán, Universidad y Circuito Interior, era inaplazable.
- XI.2 El desarrollo del proyecto y la obra cumplen con su objetivo al disminuir las demoras y dar continuidad al tránsito del Circuito Interior.
- XI.3 Los puentes benefician a los automovilistas de tres delegaciones: Benito Juárez, Coyoacán y Alvaro Obregón, en particular y a los de todo el Distrito Federal, en general.
- XI.4 Los niveles de servicio, en todas las calles, mejoran considerablemente y garantizan la correcta operación de las tres intersecciones.