



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Facultad de Ingeniería**

**División de Ingenierías Civil y Geomática**

**PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS DE  
TRÁNSITO VEHICULAR PARA MEJORAR LA  
MOVILIDAD EN LOS CIRCUITOS INTERIOR Y ESCOLAR  
DE CIUDAD UNIVERSITARIA EN EL D.F.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A:

MARCIA ERANDY VALERIA PÉREZ MIRELES

*DIRECTOR DE TESIS:*

ING. OSCAR E. MARTÍNEZ JURADO



MÉXICO, D.F.

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*A mis padres, que no existen palabras para expresar mi amor y agradecimiento.  
Gracias mamá por confiar en mi desde el principio.*

*A mi hermano, quien con su perseverancia me enseñó que los sueños son alcanzables.*

*A mi abuelo Manuel, que aún cuando no estás a mi lado te llevo en el corazón.*

*A la UNAM , a la Facultad de Ingeniería, en especial al  
Ing. Oscar Martínez por su ejemplo, apoyo y consejo oportuno.*

*A mis sinodales: M. I. Adriana Cafaggi, M. I. Fernando Favela,  
Ing. Federico Dorali y al. M. I. Carlos Luis Olagaray por su apoyo en este  
último paso.*

## ÍNDICE

	Página
Índice	i
Introducción	v
1. Generalidades	1
1.1. Determinantes primarios de la movilidad	2
1.2. Diagnóstico de movilidad de la Ciudad de México	3
1.3. Desarrollo de Ciudad Universitaria	10
1.4. Sistema Vial de Ciudad Universitaria	12
1.5. Conceptos básicos sobre elementos de tránsito	14
2. El tránsito en Ciudad Universitaria	19
2.1. Ubicación y localización de la zona objeto de estudio	20
2.2. Red Vial de Ciudad Universitaria	23
Clasificación funcional del sistema vial de Ciudad Universitaria	24
2.3. Volúmenes de tránsito	27
2.4. Estudios de velocidad	29
2.4.1. Velocidad de punto	29
2.4.2. Velocidad de recorrido y demoras	33
2.5. Capacidad vial y niveles de servicio	38
3. Diagnóstico de movilidad en Ciudad Universitaria	45
3.1. Tránsito vehicular y peatonal en los circuitos interior y escolar de Ciudad Universitaria	46
3.2. Rutas de transporte interno en el campus	49
3.3. Análisis de los puntos de conflicto definidos	51
3.3.1. Intersecciones	51
3.3.2. Estacionamientos	57
4. Generación de Alternativas	61
4.1. Alternativa 1. Liberación de vialidades	65
4.2. Alternativa 2. Aumento en la oferta de espacios de estacionamiento	65
4.3. Alternativa 3. Separación de espacios de usuarios mediante puentes peatonales	67

	Página
5. Evaluación de Alternativas	71
6. Propuesta concreta y detallada de solución	75
7. Conclusiones y recomendaciones	95
Bibliografía	99
<b>Anexos</b>	
1. Estudios de Velocidad. Velocidad de punto.	I
2. Estudios de Velocidad. Velocidad de recorrido y demoras.	XIX
3. Aforos vehiculares.	XXIX
<b>Tablas</b>	
1.1 Población de la ZMVM 1970 - 2020 (miles)	4
1.2 Promedio de viajes producidos al día en las delegaciones del Distrito Federal y demarcaciones territoriales, 2004	7
1.3 Vehículos que circulan en la ZMVM. Datos Setravi, 2004	7
1.4 Crecimiento de la población universitaria, 1954 - 2006. Dirección General de Administración Escolar, UNAM	15
2.1 Desviaciones normales para la determinación del tamaño de la muestra	31
2.2 Constante correspondiente al nivel de confiabilidad	31
2.3 Resumen de velocidades de punto en los Circuitos Interior y Escolar de CU	33
2.4 Niveles de servicio en los Circuitos Interior y Escolar de CU, dependiendo del número de carriles	41
3.1 Aforos vehiculares en HMD en la estación maestra de Insurgentes Sur, 2004	46
3.2 Resumen de los aforos vehiculares en los Circuitos Interior y Escolar de CU, noviembre 2006	47
3.3 Aforo vehicular en HMD, noviembre 2006	49
3.4 Relación de estacionamientos referidos	60
6.1 Capacidad del estacionamientos controlados en el Estadio Olímpico Universitario	88
6.2 Rutas y tiempos de recorrido del transporte interno gratuito, noviembre 2006	90
A.1.1 Desviaciones normales para la determinación del tamaño de la muestra	II
A.1.2 Constante correspondiente al nivel de confiabilidad	II
A.2.1 Resultados del estudio de velocidad de recorrido en los Circuitos Interior y Escolar de CU, noviembre 2006	XXIV
A.3.1 Detalle de los puntos de aforo en los Circuitos Interior y Escolar de CU	XXXI

	Página
<b>Figuras</b>	
1.1 Crecimiento de la Ciudad de México, UNAM, 2002	5
1.2 Comportamiento en los patrones de viaje de la ZMVM. INEGI	8
1.3 Ciudad Universitaria según Plan Maestro de los años cincuenta	11
1.4 Solución vial definitiva basada en el sistema ideado por el arquitecto inglés Herrey	13
2.1 Ubicación de Ciudad Universitaria dentro de la ZMVM	20
2.2 Zona de estudio	22
2.3 Zona de estudio, Circuito Interior y Escolar, Ciudad Universitaria, D.F.	23
2.4 Movilidad y accesibilidad en un sistema vial urbano y el sistema vial de CU	25
2.5 Sistema vial urbano de Ciudad Universitaria	26
2.6 Localización de tramos de estudio para velocidad de punto	32
2.7 Ruta de estudio de velocidad de recorrido y ubicación de puntos de control, octubre 2006	34
2.8 Concepto general de los niveles de servicio con respecto a la relación Volumen / capacidad	40
2.9a Secciones transversales del sistema vial	42
2.9b Secciones transversales del sistema vial	43
2.1 Localización de secciones transversales y tramos usados como estacionamiento	44
3.1 Ubicación de puntos de aforo vehicular en los Circuitos Interior y Escolar de CU	48
3.2 Rutas de transporte interno gratuito, situación presente a finales del 2006	50
3.3 Tipos de trayectorias en intersecciones de vehículos y peatones	52
3.4 Localización de conflictos por intersección entre vehículos, octubre 2006	53
3.5 Localización de conflictos por intersección de vehículos y peatones, octubre 2006	56
3.6 Localización de Estacionamientos en servicio en la zona de estudio, noviembre 2006	58
6.1 Etapas de aplicación de la propuesta de solución	86
6.2 Configuración del estacionamiento del Estadio Olímpico, febrero 2007	89
6.3 Rutas de transporte interno gratuito generadas en enero 2007	91
A.1.1 Localización de sitios de estudio de velocidad de punto	III
A.2.1 Ruta de estudio de velocidad de recorrido y ubicación de puntos de control, octubre 2007	XII
A.3.1 Ubicación de puntos de aforo vehicular en los Circuitos Interior y Escolar de CU	XXXI
<b>Gráficas</b>	
1.1 Total de viajes diarios producidos por delegación, índice de viajes por habitante y total de habitantes del DF (año 2000). GDF, 2004	6
1.2 Población universitaria por Facultad (Escuela)	16

	Página
2.1 Velocidad de recorrido por grupos de acuerdo a los puntos de control, estudio realizado en noviembre 2006	36
2.2 Velocidad acumulada a lo largo de la ruta de recorrido, estudio realizado en noviembre 2006	37
2.3 Velocidad con respecto a la relación volumen / capacidad	39
A.2.1 Velocidad de recorrido por grupos de acuerdo a los puntos de control, estudio realizado en noviembre 2006	XXV
A.2.2 Velocidad acumulada a lo largo de la ruta de recorrido, estudio realizado en noviembre 2006	XXVI
Imágenes	
1.1 Vista de una de las vialidades de CU con algunos dispositivos de control vehicular	17
3.1 Intersección conflictiva número 5, se produce por los vehículos que salen de este punto y quieren ingresar al Circuito Interior universitario	54
3.2 Intersección conflictiva número 1, producido por la convergencia de trayectorias	55
4.1 Situación crítica que obliga a buscar soluciones en movilidad	63
4.2 Situación típica en el uso de los estacionamientos dentro del campus, se pueden observar vehículos estacionados fuera de las zonas especificadas	66
4.3 Construcción del primer puente elevado peatonal dentro de las instalaciones de CU, éste fue inaugurado en marzo 2007	68
6.1 Boya metálica para la separación de flujos vehiculares	77
6.2 Bahías para descenso de usuarios de autos particulares y taxis, febrero 2007	79
6.3 Modificaciones en el Circuito Interior de CU, enero 2007, para la puesta en marcha del programa integral de transporte y vialidad en febrero 2007	83
6.4 Muestra de material repartido a la comunidad universitaria para informar sobre las nuevas disposiciones de tránsito en Ciudad Universitaria, enero - febrero 2007	84
6.5 Volanteo de información de nuevas disposiciones en Av. San Jerónimo, en la zona nororiente del campus	85
6.6 Condiciones del pavimento en el estacionamiento 4 del Estadio Olímpico , febrero 2007	88
6.7 Módulos de pago automático de los estacionamientos para visitantes en el Estadio Olímpico Universitario	90
6.8 Vehículo Mercedes Benz para servicio de la ruta 7	91
6.9 Proceso de modernización de los estacionamientos del Estadio Olímpico Universitario, febrero 2007	92
6.10 Araña inmovilizadora para vehículos infractores dentro de estacionamientos	93

## INTRODUCCIÓN

A consecuencia de las manifestaciones viales de los problemas de tránsito en Ciudad Universitaria, surge la idea de realizar un estudio del fenómeno con el fin de solucionar los problemas en la zona más conflictiva, esto es en los Circuitos Interior y Escolar.

En el primer capítulo se explican las definiciones de movilidad y elementos de tránsito, para una mejor comprensión del fenómeno de tránsito y así, de su problemática.

Los Circuitos Interior y Escolar, forman parte de un sistema, el Sistema Vial de CU, mientras que éste forma parte de uno aún mayor que es el de la Ciudad de México, como se detalla en el capítulo 2, así como también se asentarán los elementos de la red vial, en esta zona de estudio.

Una vez delimitada la zona de estudio, y comprendido el fenómeno de tránsito, se establecieron los estudios pertinentes para el diagnóstico de movilidad, éste es importante ya que amplía el panorama de cómo se haya la demanda del espacio.



En el capítulo 4, gracias a los estudios de tránsito realizados en la zona, se generarán alternativas que nos ayuden a solucionar el problema, para esto nos topamos con modificaciones que se hicieron en la zona de conflicto después del diagnóstico presentado, por lo que la problemática se extiende a otras vialidades y circuitos.

En el capítulo 5, se evaluaron las alternativas de solución generadas para dar paso al capítulo 6, donde se expone de manera detallada la propuesta de solución, tema central de este trabajo de tesis.

Finalmente se exponen conclusiones y recomendaciones para la solución del problema, y sobre todo para tomar como modelo de referencia de solución a problemas similares.

## *CAPÍTULO 1*

# *GENERALIDADES*

# CAPÍTULO 1.

## GENERALIDADES

En este capítulo se pretenden establecer los conceptos fundamentales para la comprensión del problema al cual daremos propuesta de solución. No podemos hablar de movilidad sin entender en que consiste, o de elementos de tránsito sin saber cuales son.

Por esta razón, en este primer capítulo presentaré definiciones sobre movilidad y elementos de tránsito, así como una semblanza de las modificaciones en infraestructura vial que ha sufrido Ciudad Universitaria para cumplir con su fin, que es el de albergar a la Universidad más grande e importante de Latinoamérica, incluyendo su acervo, personal académico, administrativo y por supuesto estudiantes.

Cuando hablamos de un sistema vial, es importante tener en cuenta para su análisis, el entorno en que se desarrolla. Si en la Ciudad de México, que alberga a Ciudad Universitaria, existen grandes problemas de movilidad, es de esperarse que en la casa de la Universidad también los haya, pues forma parte de ese mismo sistema.

### *1.1. Determinantes primarios de la movilidad*

Se define movilidad a las cantidades y características de las acciones de transporte de personas, bienes y servicios, que una comunidad realiza, en un periodo determinado, para satisfacer sus diversas necesidades y deseos.

Para conocer la intensidad y dimensiones de la movilidad en un determinado territorio (demarcación territorial, unidad de ordenamiento territorial, ciudad, área o zona metropolitana, región, etc.), se utilizan diversos indicadores que la miden y ayudan a caracterizarla con objetividad. Entre los principales:

- Número total de viajes realizados por habitante mayor a 5 años y los tramos en que se descomponen
- Índice de viajes por persona
- Modalidad y modo de los viajes
- Principales orígenes y destinos
- Motivos de los viajes

Son cuatro los determinantes de movilidad, importantes de acuerdo al desarrollo tecnológico y cultural de una comunidad que son:

- La geografía y el clima: dimensiones y características físicas del territorio que se considera.
- Las tendencias demográficas y sus asentamientos en el territorio.
- Los niveles de ingreso de la población y otras características económicas y sociales de la comunidad.
- Los usos del suelo y su distribución espacial.

Las características de la movilidad de una comunidad se definen, principalmente, por las cualidades y disponibilidades de: medios y tecnologías de transporte existentes; la red vial y su nivel de equipamiento con dispositivos de control de tránsito, centros de transferencia modal, facilidades y espacios para transportes alternos y peatones, entre otros. La política, la educación y el desarrollo cultural permitirán mejorar la

dotación y cualidades de los medios y tecnologías de transporte, así como el desarrollo y uso óptimo de la red vial.

### *1.2. Diagnóstico de movilidad de la Ciudad de México*

La movilidad se refiere tanto a la demanda de viajes que requiere una población creciente y con empleos, viviendas y accesos a educación cultura y comercio, cada vez más distanciados entre sí, y por otro lado, a la oferta de infraestructura vial de avenidas y calles, con sus intersecciones, así como a los diversos servicios que se utilizan para realizar los viajes, desde el auto particular, el transporte público de mediana y gran capacidad, como los autobuses y el metro, y una creciente dotación de transporte concesionado, como los taxis y microbuses, los llamados medios de transporte.

Los problemas de movilidad, generadores de molestias cotidianas y masivas que la Ciudad de México presenta son síntomas de uno mayor y más profundo: el crecimiento desordenado de la misma, para el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) el centro del debate no está sólo en evaluar la eficacia de las medidas para aumentar la velocidad en la movilidad, sino en sus efectos o aumentar los desequilibrios del crecimiento urbano.

El problema de movilidad dentro de Ciudad Universitaria no puede dissociarse del problema que enfrenta la ZMVM, pues además de estar geográficamente dentro, es parte del movimiento social y económico que existe en la ciudad. Aunque sí se puede analizar, y lo haremos, de manera aislada el fenómeno de tránsito, como un subsistema.

La población en el Valle de México pasó de 2 millones 953 mil habitantes en 1950 a 19 millones 232 mil en el año 2005<sup>1</sup>, este crecimiento se aprecia a detalle en la tabla 1.1 y figura 1.1. Hablando del parque vehicular, que era de 1 millón 869 mil en 1980, pasó

---

<sup>1</sup> INEGI. Datos de II Censo de Población y Vivienda 2005.

2 millones 552 mil vehículos en 2004<sup>2</sup>. Este proceso de concentración de la población en las áreas externas de la Ciudad, ha provocado cambios importantes en los patrones de viaje, ya que mientras que en 1983 los viajes con origen - destino en las delegaciones del Distrito Federal representaban casi el 62%, en 1994 su participación se redujo a menos del 57%.

En la gráfica 1.1 se indica para cada una de las delegaciones del DF el total de viajes diarios producidos por delegación, una medida de movilidad; en dicha gráfica se puede observar que existen seis demarcaciones que rebasan el millón de viajes diarios producidos, encabezadas por la delegación Cuauhtémoc con 2.2. En esta misma gráfica se observa la tasa o índice de viajes por habitante, siendo Cuauhtémoc la mayor con 4.59 y la menor Milpa Alta con 6.6, con datos del 2004. Generalmente el número de viajes producidos por día está relacionado con el volumen de su población, pues se puede encontrar que Gustavo A. Madero e Iztapalapa, las delegaciones más pobladas se encuentren entre las seis que producen más de un millón de viajes diarios.

Ámbito Geográfico <sup>3</sup>	1970	1980	1990	2000	2010*	2020*
Zona Metropolitana	9 202	13 079	15 536	17 913	20 235	22 963
Distrito Federal	6 965	8 300	8 371	8 570	8 670	8 755
Municipios conurbados del Estado de México	2 237	4 779	7 165	9 343	11 565	14 208

Tabla1.1 Población de la ZMM 1970 - 2020 (miles)

En un análisis a detalle, observamos que la población no es el único factor que explica el número de viajes generados en un territorio, tienen que ver también el uso del suelo y el nivel de ingresos. Encontramos así que delegaciones como Iztapalapa (la más poblada y tercera en cuanto a número total de viajes producidos) tiene uno de los mas bajos índices de de viaje por habitante, y delegaciones como Milpa Alta, Tláhuac o Magdalena Contreras que tienen menores niveles de ingreso promedio mantienen esa tendencia de bajos índices de viajes por habitante.

<sup>2</sup> INEGI. Datos de Vehículos Registrados en Circulación. SIMBAD.

<sup>3</sup> INEGI. Censos Generales de Población y Vivienda (1970 - 2000)

\* Estimaciones del Consejo Nacional de Población, 20006

En las últimas tres décadas, el transporte urbano ha sido objeto de una planeación intensiva, sin embargo las vialidades se encuentran saturadas por la expansión de su territorio y consolidación del área central. Según la encuesta Origen-Destino de 1994, la ZMCM reportaba que de los más de 9 millones de personas que diariamente se movían lo hacían principalmente a su área de trabajo (55%), a la escuela el 25% y el resto para realizar compras y otras actividades. Esta movilidad es diferenciada a lo largo del territorio, siendo mayor en algunas delegaciones del Distrito Federal y menor para los municipios conurbados, como lo muestra la figura 1.2, no obstante que estos municipios albergaban al 48% de los habitantes del conjunto de la ZMVM.

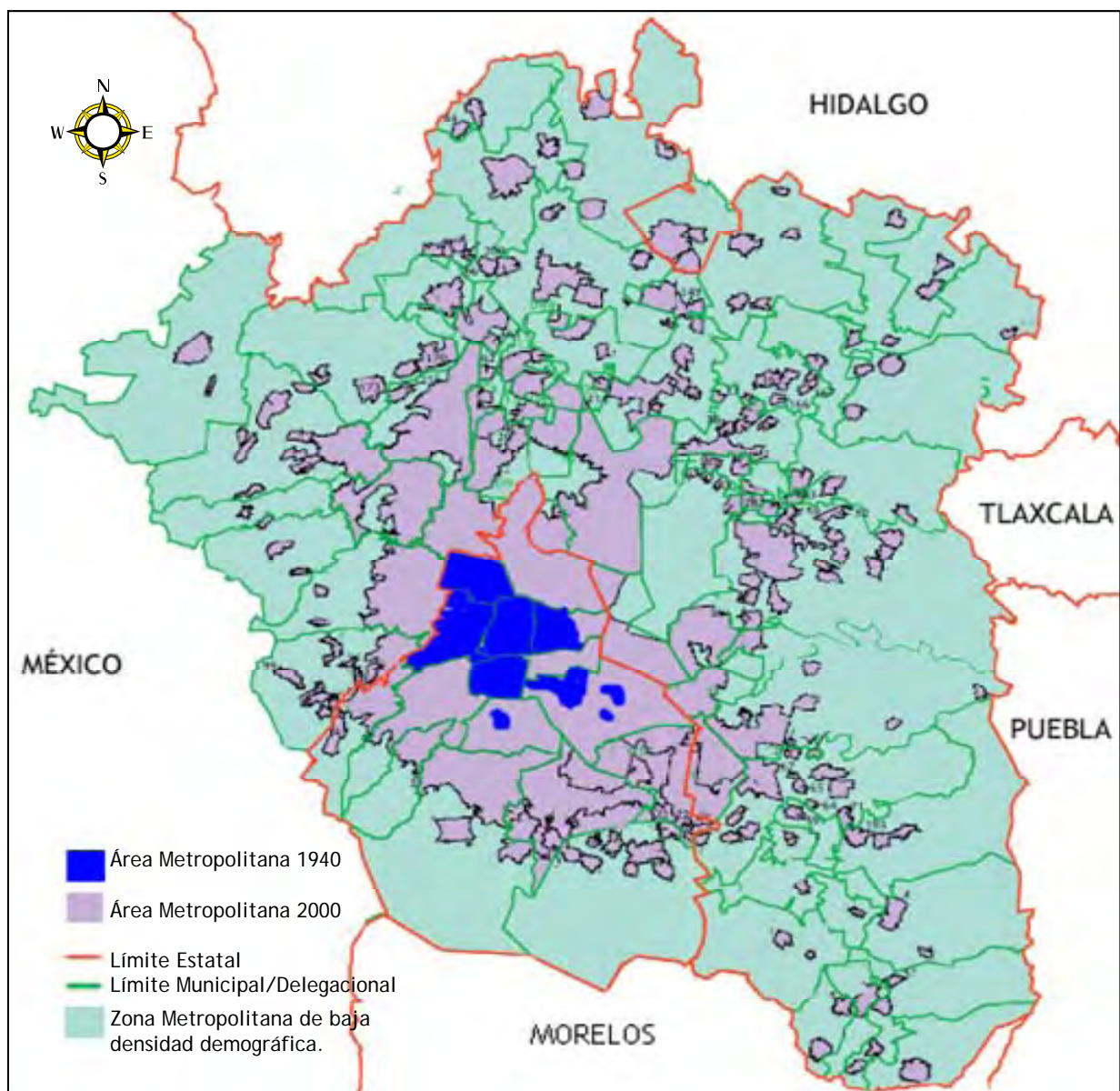
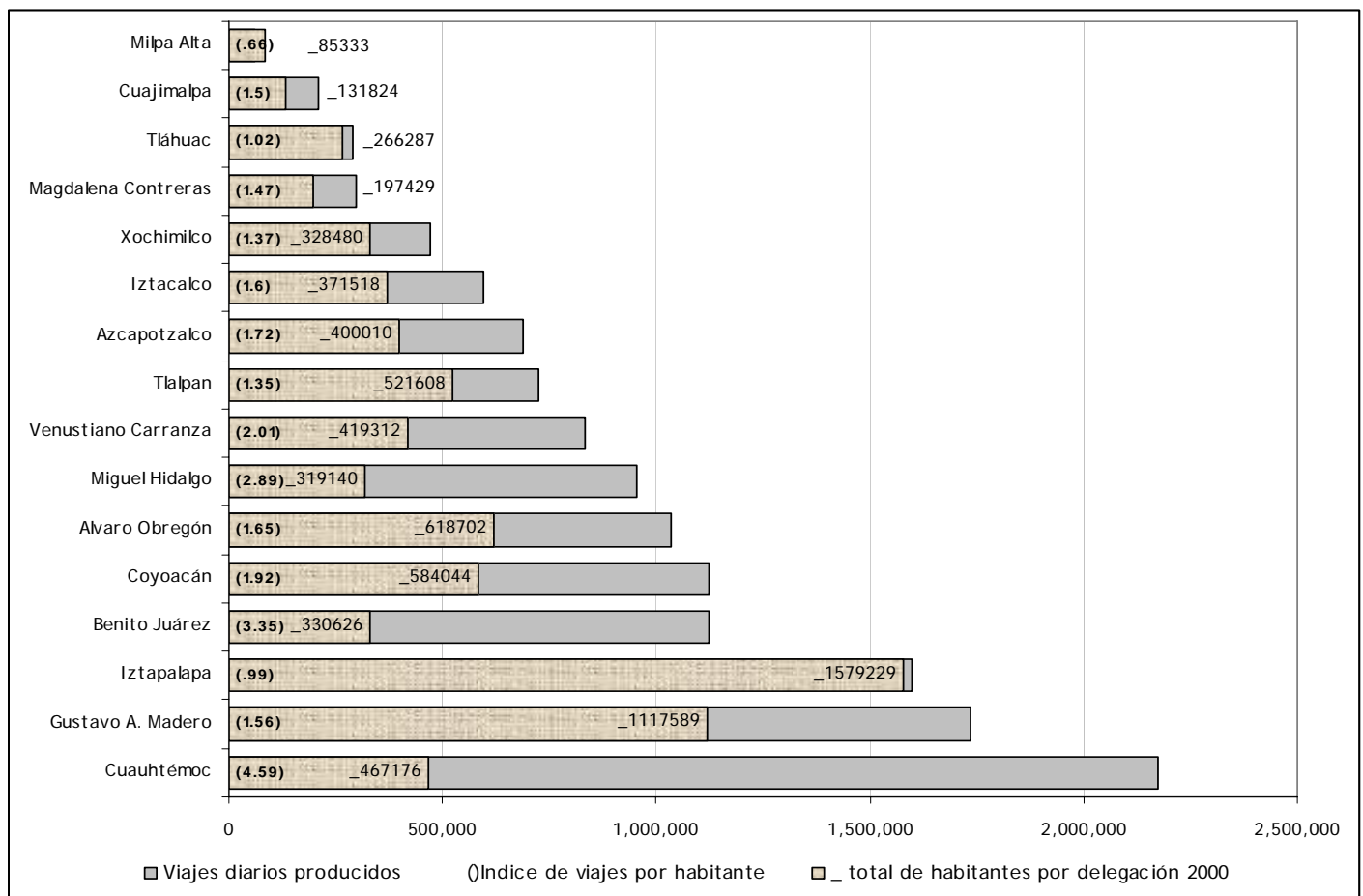


Figura 1.1 Crecimiento de la Ciudad de México. UNAM, 2002

Se estima que en el Distrito Federal, en el 2004<sup>4</sup>, se produjeron 13.9 millones de viajes. Como lo indica la tabla 1.2, hay seis demarcaciones territoriales en las cuales se produjeron más de un millón de viajes diarios: Cuauhtémoc con 2.2; Gustavo A. Madero con 1.7; Iztapalapa con 1.6; Benito Juárez con 1.2; Coyoacán con 1.1 y Álvaro Obregón con 1.0. Inclusive, se estima que para el 2020 esta cifra será cercana a los 5.6 millones de viajes y representará cerca del 20% del total de viajes en la ZMVM (28.3 millones de viajes en total).



Gráfica 1.1 Total de viajes diarios producidos por delegación, índice de viajes por habitante y total de habitantes del DF (año 2000). GDF, 2004

En lo que se refiere a los viajes atraídos, destacan las delegaciones Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Benito Juárez y Miguel Hidalgo, las cuales tienen una proporción importante de viajes en transporte privado. Por otra parte, la generación de viajes en

<sup>4</sup> DF. Anuario del Transporte y la Vialidad 2004. Setravi.



las delegaciones y municipios alejados del centro de la Ciudad, principalmente en la zona oriente y norte, corresponde a viajes en transporte público.

Delegación	Población de 6 años o mayor 2004	Promedio estimado viajes producidos 2004	Promedio estimado viajes diarios por habitante
Total DF	7 861 280	13 910 071	1.81
Benito Juárez	335 308	1 123 283	3.35
Cuauhtémoc	473 470	2 173 228	4.59
Miguel Hidalgo	329 993	953 680	2.89
Venustiano Carranza	415 133	834 417	2.01
Ciudad Central	1 553 905	5 084 608	3.26
Azcapotzalco	399 993	686 801	1.72
Coyoacán	584 022	1 121 322	1.92
Cuajimalpa	140 474	210 711	1.50
Gustavo A. Madero	1 112 917	1 736 650	1.56
Iztacalco	372 686	596 298	1.60
Iztapalapa	1 612 294	1 596 271	0.99
Álvaro Obregón	626 063	1 033 004	1.65
Primer Contorno	4 847 758	6 980 456	1.46
Magdalena Contreras	203 441	299 058	1.47
Tláhuac	283 365	289 032	1.02
Tlalpan	536 740	724 599	1.35
Xochimilco	344 381	471 801	1.37
Segundo Contorno	1 367 926	1 784 490	1.31
Milpa Alta	91 692	60 517	0.66
Tercer Contorno	91 692	60 517	0.66

Tabla 1.2 Promedio de viajes producidos al día en las delegaciones del Distrito Federal y demarcaciones territoriales, 2004

Tipo de Vehículo	Número de vehículos			
	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
			Total	%
Autos particulares	1 545 595	795 136	2 341 731	71.81
Taxis	103 398	6 109	109 407	3.36
Combis	3 944	1 555	5 499	0.17
Microbuses	22 931	9 098	32 029	0.98
Pick ups	73 248	262 832	336 880	10.31
Motocicletas	72 280	424	72 704	2.23
Camiones de carga	296 700	67 699	362 699	11.14
TOTAL	2 118 096	1 142 823	3 260 919	100

Tabla 1.3. Vehículos que circulan en la ZMVM. Datos Setravi, 2004

La configuración de estos polos crean corredores de viajes Norte - Sur y Poniente - Oriente, que atraviesan la Ciudad como sus vialidades más densas en la movilidad de las personas y los bienes, y que se observan en determinadas partes de la red vial y de transporte. Además, los viajes que se realizan en la ZMVM coinciden en espacio y tiempo. Del total de 20.57 millones de viajes registrados, el 33% se llevan a cabo de 6 a 9 de la mañana.<sup>5</sup>

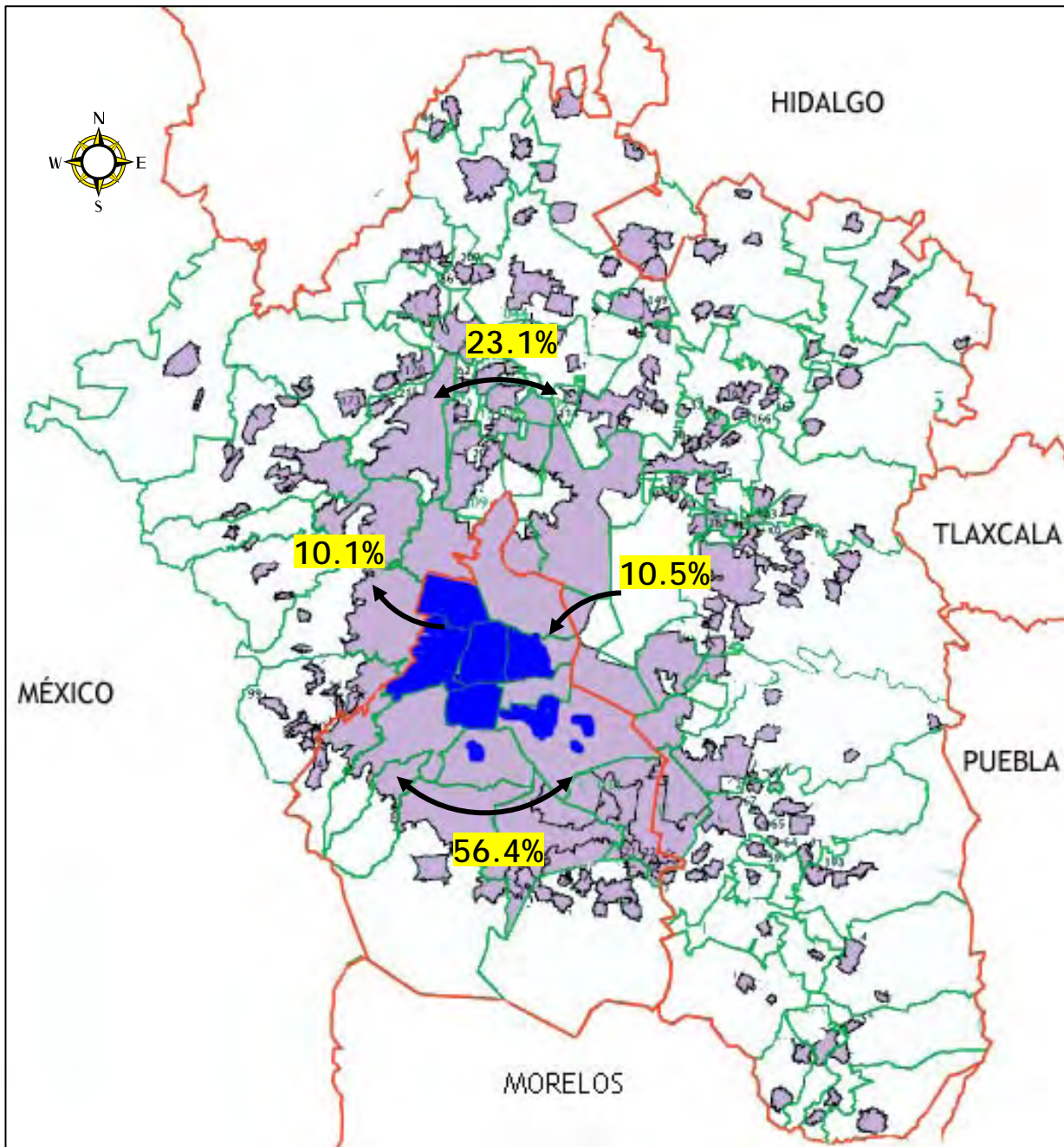


Figura 1.2 Comportamiento en los patrones de viaje de la ZMVM. INEGI

<sup>5</sup> Diagnóstico de movilidad de la Ciudad de México, FIMEVIC, 2002.

Una implicación importante de la expansión urbana es el crecimiento de la demanda de viajes, que no ha ido acompañada de la construcción o ampliación de una red de infraestructura de transporte adecuada.

Con respecto a la distribución del parque vehicular en la ZMVM predomina el transporte privado, como lo muestra la tabla 1.3. A pesar de que los autos particulares representan el 16% de los viajes/persona/día, ocupan más del 70% del total del parque vehicular con una ocupación promedio de 1.21 y 1.76 personas por automóvil.

El incremento en el número de vehículos particulares está asociado a diferentes factores, entre los que destacan el crecimiento económico, las mejoras sectoriales de ingresos, distancias cada vez más largas, deficiencias en el transporte público, facilidades de crédito y la ambición de status.

Los patrones de viajes diarios de la ZMVM nos orillan a encontrar la manera en que el transporte de los residentes de la misma sea masivo, pues los corredores se encuentran saturados, se tienen cifras recientes de que los vehículos públicos y privados que hacen uso de los corredores de carácter metropolitano, pueden alcanzar 720 mil automotores, que unidos a los 198 mil vehículos que ingresan y salen diariamente de la región metropolitana, suman mas de tres cuartos de millón de automotores que circulan todos los días<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Xavier Palomas Molina, Tesis de Maestría, UNAM 2005

### 1.3. Desarrollo de Ciudad Universitaria

La Ciudad Universitaria es uno de los grandes proyectos del México moderno, ciertamente que no el único a gran escala, aunque sí el más conocido dadas la excelencia y originalidad de sus soluciones arquitectónicas y urbanísticas. El Plan Maestro originalmente contemplaba dividir el campus en tres áreas, como lo muestra la figura 1.3.

- La primera, llamada Zona Escolar (dividida a su vez en las secciones de Humanidades, Ciencias, Ciencias Biológicas y Artes), construida alrededor de una explanada jardinada donde se ubicaron los edificios administrativos.
- Campos deportivos
- Estadio Universitario el cual cambiaría su nombre catorce años después a Estadio Olímpico Universitario, al ser el estadio principal de los Juegos Olímpicos de 1968.

Como consecuencia de los aspectos mencionados, se lograron perspectivas abiertas hacia el área central y hacia las circulaciones de alrededor, de manera que todo el conjunto constituye una "ciudad jardín". Lugar privilegiado porque permite una vida de calidad que en nuestros días no solo sería difícil, sino que imposible de lograr, dados los altos costos inmobiliarios y el crecimiento desorbitado de la población. Sería una grave equivocación permitir que esta obra, que es el proyecto arquitectónico y de urbanización más significativo de México durante el siglo XX, como trabajo de conjunto mejor redondeado, fuese destruida mediante la densificación de la zona.

Las tres áreas estaban organizadas como anillos dentro de una supermanzana mayor. Durante las varias décadas de existencia de CU, la zona urbanizada de la misma ha ido creciendo para dar acomodo a la creciente población estudiantil, administrativa y visitante, originando la construcción de anillos mayores organizando la urbanización en circuitos concéntricos. Debido a ello, algunos de los edificios originales no mantienen sus funciones iniciales, ya que las Escuelas, Facultades e Institutos que albergaban se han ido relocalizando a los circuitos exteriores y sus antiguos edificios

han sido ocupados por las Escuelas y Facultades que aún siguen en el centro de CU. Algunos ejemplos son la Escuela de Veterinaria (hoy Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia) y la Facultad de Ciencias.

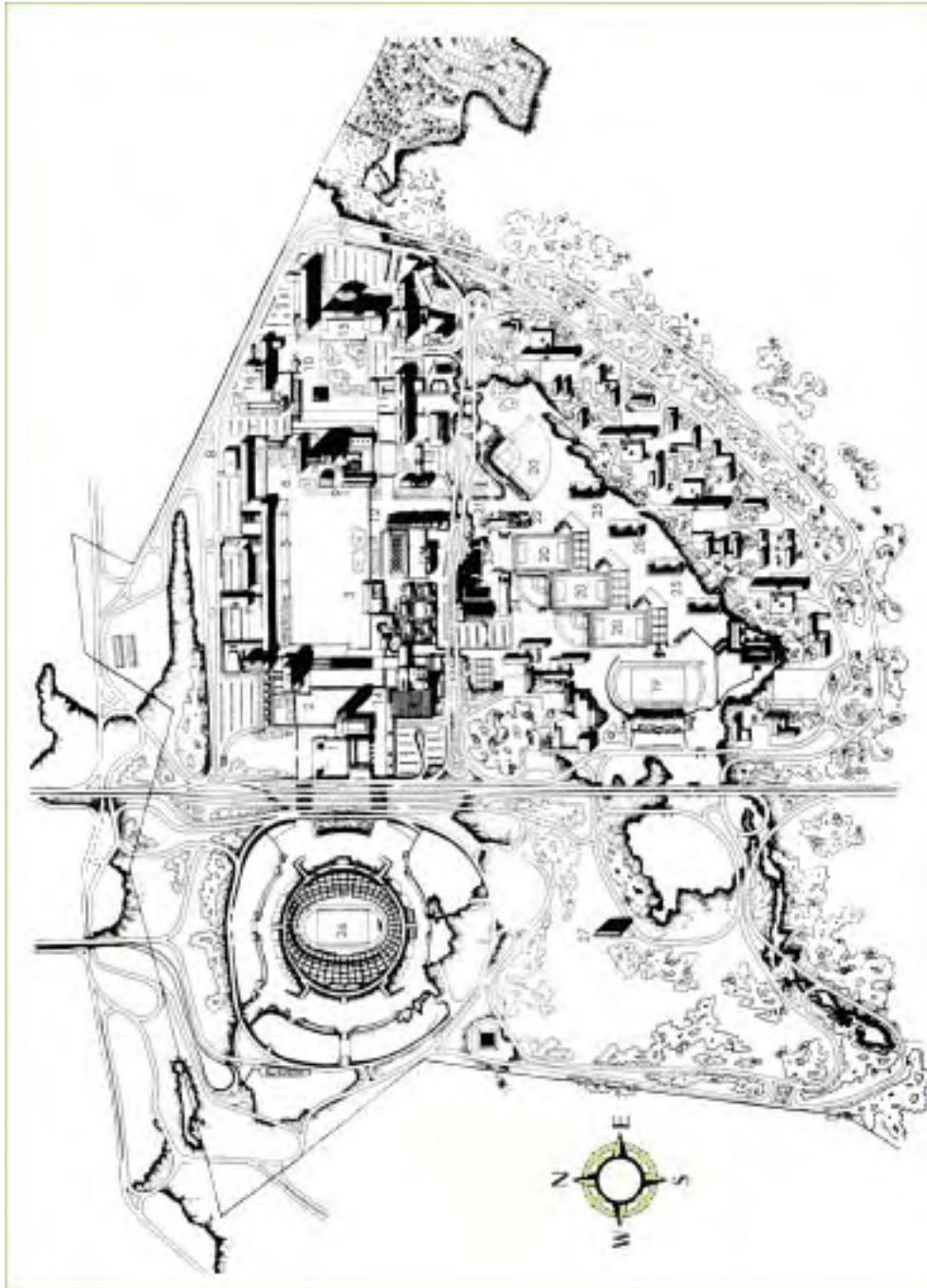


Figura 1.3 Ciudad Universitaria según Plan Maestro de los años cincuenta

Otra cualidad del proyecto de conjunto, porque la arquitectura no es estática, es que ha permitido el crecimiento de las instalaciones, algunas de ellas bien logradas y otras

equivocadas, porque no pensemos que aquellas superficies iniciales resuelven ya las necesidades de actualidad que han sobrepasado en mucho las previsiones originales. Afortunadamente se contaba con superficie para crecimiento, contigua al proyecto de 1954, en el mismo Pedregal de San Ángel, misma que fue aprovechada, en parte, con el desarrollo de dos circuitos.

La proyección y ejecución de las vialidades en el plan maestro estuvo a cargo de Juan Durán, Jesús Domínguez, Edmundo Rojas González y Santiago Carro. El paisajismo estuvo bajo el mando de Luís Barragán y Alfonso Cuevas Alemán.

#### *1.4. Sistema Vial de Ciudad Universitaria.*

La Ciudad Universitaria reproduce hoy a la metrópoli, a partir del desarrollo urbano de los años cincuenta y de los núcleos edificados en etapas ulteriores, al estar sometida con intensidad similar al agobio del transporte automotriz contaminante, pese a que las trazas viales de una y otra no son funcionalmente compatibles.

Ciudad Universitaria está estructurada según el *sistema Herrey*, un “sistema vial giratorio continuo” para la circulación de vehículos en un solo sentido, sin interrupción por cruceos, como se puede apreciar en la figura 1.4. Ocupa 560 hectáreas, fragmentadas en dos secciones por Insurgentes: sección este con 420 ha (65%) y sección oeste 230 ha (35%).

Durante el estudio del Plan Maestro se cambió totalmente el sistema que se había planteado en un principio, adoptando el ya mencionado Sistema Herrey, que consistía en conectar la calle de un solo sentido en circuito cerrado a otros de las mismas características por medio de “ganchos”, permitiendo la incorporación tangencial de vehículos ofreciendo por no ser de trazo rectilíneo, la ductilidad necesaria para adaptarse a la topografía irregular. Este sistema tiene la ventaja de eliminar los cruces y la desventaja de que el automóvil recorre mayores distancias.

La solución del sistema vial consistió en un gran anillo de circunvalación que circunscribe otros circuitos cerrados, limitando las diversas zonas del conjunto. Los circuitos interiores se insertan a este gran anillo.

Haciendo el papel de un gran puente, la Avenida Insurgentes influyó en gran medida en la solución del sistema vial. Para hacer más eficiente el sistema se hizo doble el anillo periférico, de tal modo que los circuitos secundarios formaran parte del anillo interior.

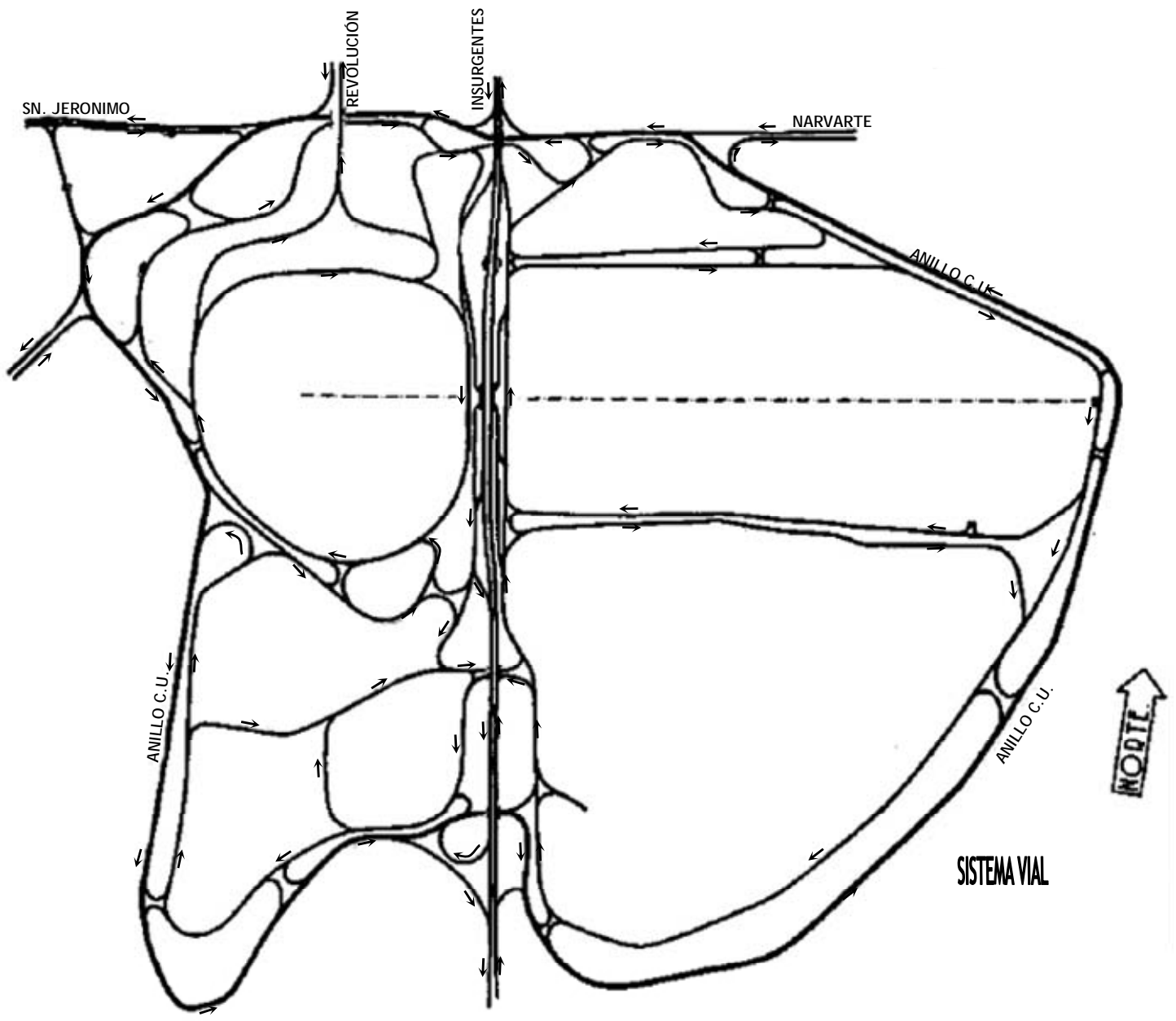


Figura 1.4 Solución vial definitiva basada en el sistema ideado por el arquitecto inglés Herrey

### 1.5. Conceptos básicos sobre elementos de tránsito.

Para poder estudiar los aspectos operacionales de la movilidad y todo lo que a ella se refiere, es importante analizar los elementos básicos que hacen que se produzcan los flujos de tránsito y por lo tanto interactúan entre sí.

- El *usuario*:

Los conductores, peatones, ciclistas y pasajeros, como usuarios de los diferentes medios de transporte, son elementos primordiales del tránsito por calles y carreteras, quienes deben ser estudiados y entendidos con el propósito de ser controlados y guiados de forma apropiada.

Los principales usuarios de las vialidades de Ciudad Universitaria son los alumnos, el personal académico y administrativo en su mayoría, así como visitantes en sus escuelas y espacios culturales.

Ciudad Universitaria, compuesta por 13 Facultades y 1 Escuela Nacional<sup>7</sup>, principalmente, 28 Dependencias del subsistema de Investigación Científica y 17 del subsistema de Investigación Humanística, compuestos ambos subsistemas de Institutos, organismos, y centros de investigación, estudios y docencia. Además de las instalaciones culturales que la complementan. Lo que nos lleva a que por el recinto universitario transiten alrededor de 150 mil personas actualmente, la tabla 1.4 y gráfica 1.2 nos muestra el crecimiento en el número de personas que transitan por Ciudad Universitaria.

- El vehículo:

Poseen diferentes características que deben ser tomadas en cuenta, como son dimensiones, peso, potencia, radios de giro, velocidad, capacidad de aceleración y desaceleración y frenado, etc., sea este privado, público o comercial.

---

<sup>7</sup> La Escuela Nacional de Trabajo Social cuenta con un programa de licenciatura, maestría, y tres especialidades, aprobadas todas por las instancias correspondientes, sin embargo no se le ha dado el nombramiento de Facultad, por lo que en este trabajo se mantendrá su nombre oficial.

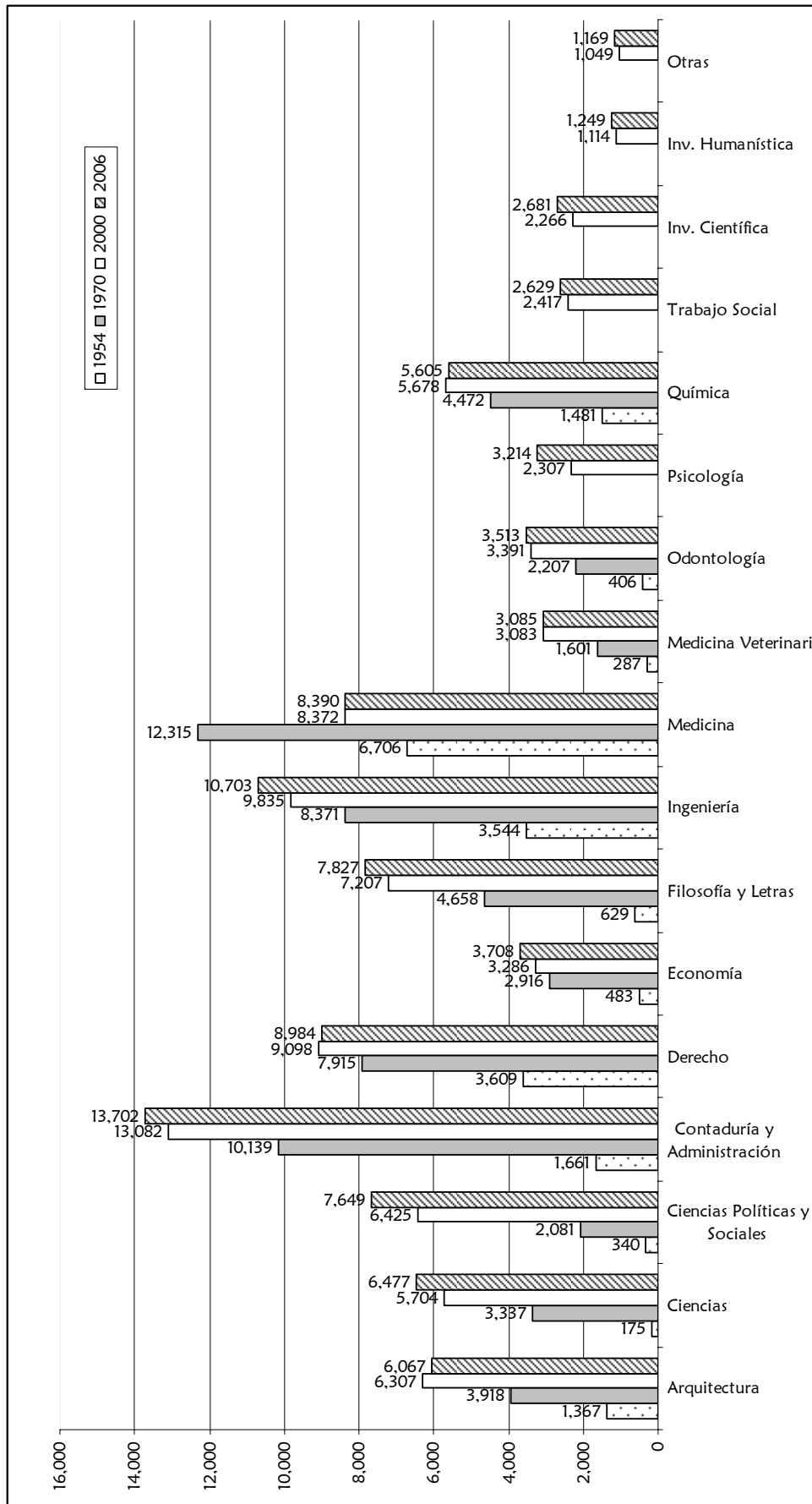


En general se clasifican en vehículos ligeros, pesados y especiales. Los ligeros son vehículos de pasajeros y/o carga que tienen dos ejes y cuatro ruedas, se incluyen en estos los automóviles, camperos, camionetas y unidades ligeras de pasajeros y carga. Las motocicletas y bicicletas se consideran vehículos especiales.

Dependencia	1954	1970	2000			2006		
			Alumnos	Acad.	Total	Alumnos	Acad.	Total
Facultad de Arquitectura	1 367	3 918	5 401	906	6 307	5 140	927	6 067
Facultad de Ciencias	175	3337	4 453	1 251	5 704	5 114	1 363	6 477
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	340	2081	5 434	991	6 425	6 421	1 228	7 649
Facultad de Contaduría y Administración	1661	10139	11 822	1 260	13 082	12 374	1 328	13 702
Facultad de Derecho	3609	7915	8 437	661	9 098	8 055	929	8 984
Facultad de Economía	483	2916	2 679	607	3 286	2 954	754	3 708
Facultad de Filosofía y Letras	629	4658	6 119	1 088	7 207	6 779	1 048	7 827
Facultad de Ingeniería	3544	8371	8 329	1 506	9 835	9 098	1 605	10 703
Facultad de Medicina	6706	12315	5 540	2 832	8 372	5 454	2 936	8 390
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	287	1601	2 420	663	3 083	2 381	704	3 085
Facultad de Odontología	406	2207	2 711	680	3 391	2 839	674	3 513
Facultad de Psicología			1 772	535	2 307	2 716	498	3 214
Facultad de Química	1481	4472	4 509	1 169	5 678	4 512	1 093	5 605
Escuela Nacional de Trabajo Social			2 218	199	2 417	2 372	257	2 629
Subsistema de Investigación Científica				2 266	2 266	61	2 620	2 681
Subsistema de Investigación Humanística				1 114	1 114		1 249	1 249
Otras				1 049	1 049		1 169	1 169
Total	20 688	63 930	71 844	18 777		76 270	20 382	
			90 621			96 652		

Tabla 1.4 Crecimiento de la población universitaria, 1954 - 2006.  
Dirección General de Administración Escolar, UNAM

Las características de los vehículos han cambiado al paso del tiempo, para los años en que se proyectó Ciudad Universitaria predominaban los autos grandes, que aunque en



Gráfica 1.2 Población Universitaria por Facultad (Escuela)

número eran menos a los actuales, ocupaban un mayor espacio, la tendencia del auto particular ha sido hacia los autos pequeños, llamados compactos y subcompactos, debido también a la saturación de las vialidades. Aunque en menor medida, dentro del campus universitario transitan autobuses de servicio exclusivo para los estudiantes.

- Los dispositivos de control:

Son los medios con los cuales se comunica a los conductores para ser guiados en la circulación, bajo las leyes de tránsito, la regulación y las instrucciones operacionales.



Imagen 1.1 Vista de una de las vialidades de CU con algunos dispositivos de control vehicular

Dentro de Ciudad Universitaria prevalecen en las intersecciones demasiado transitadas los topes de bajo impacto, con paso peatonal para la disminución de la velocidad de los vehículos. Señales de curvas, sentido de la circulación, así como los espacios destinados a las paradas del transporte interno como lo muestra la imagen 1.1.

- La vialidad:

Las características físicas del sistema vial también son importantes, las cuales tienen que ver con su geometría, accesibilidad, movilidad, función y categoría, entre otras.

La circulación vehicular, en Ciudad Universitaria llega sin cruces a la zona de aparcamiento, de ahí se pasa a la circulación peatonal, una plaza o jardín conectando con el edificio, que queda en posibilidad de abrirse por la parte posterior hacia el espacio jardinado que une el conjunto de edificios mediante un campus central.

- El medio ambiente en general:

Es aquel conjunto de condiciones que hacen, a su vez, que las características del usuario, del vehículo y del sistema vial, varíen sistemáticamente, como pueden ser el estado del tiempo, la iluminación, la oscuridad, el grado de desarrollo lateral, etc.

Ciudad Universitaria no es el reflejo mismo de la Ciudad de México en lo que a medio ambiente en general se refiere, la diferencia radica en que las áreas verdes predominan en CU, mientras que en la mayoría de la Ciudad se encuentra urbanizada a tope con las vialidades.

Aunque el fenómeno de tránsito de CU es similar en las horas de máxima demanda a el de la Ciudad de México, hablando de la variación de volúmenes, tiene grandes diferencias, primordialmente por su trazo geométrico (sistema Herrey), completa ausencia de dispositivos electrónicos de control de tránsito, y periodicidad, pues está ligada a la actividad académica y por ende tiene en el año periodos de receso, mientras que el movimiento en el resto de la Ciudad de México es constante, a pesar de que tiene temporadas bajas en esos mismos periodos.

## *CAPÍTULO 2*

# *EL TRÁNSITO EN CIUDAD UNIVERSITARIA*

## CAPÍTULO 2.

# EL TRÁNSITO EN CIUDAD UNIVERSITARIA

Una vez planteadas las generalidades del problema que voy a abordar, regresaremos un poco para ubicar a la Ciudad Universitaria dentro de la ya descrita Zona Metropolitana del Valle de México.

Ciudad Universitaria como sistema vial es tan amplio que rebasa los alcances del presente trabajo, así que priorizaré en la zona de mayor actividad que se encuentra dentro de los Circuitos Interior y Escolar. El primer problema al que nos enfrentaremos será la delimitación de estos circuitos, pues no ha habido decreto alguno por parte de las autoridades universitarias para la delimitación de los mismos y entre los expertos hay divergencias, por lo que enfatizaré de manera gráfica la localización de la zona de estudio, a la cual está dirigido el presente trabajo para mejorar la movilidad en dichos tramos, sin asegurar que se aborde la totalidad de los circuitos mencionados.

En este capítulo entonces quedarán asentados los elementos de la red vial que compone Ciudad Universitaria, para dar paso al diagnóstico de movilidad en el capítulo siguiente, y también se incluirán los estudios de velocidad.

### 2.1. Ubicación y localización de la zona objeto de estudio

Ciudad Universitaria se ubica al sur de la Ciudad de México, en la Delegación Coyoacán como lo muestra la figura 2.1. Alimentada en el sentido vial por dos de las principales vías de la Ciudad de México que son Periférico e Insurgentes, así como cuatro avenidas importantes que son Av. San Jerónimo, Av. Universidad, Av. Antonio Delfín Madrigal y Av. del Imán.

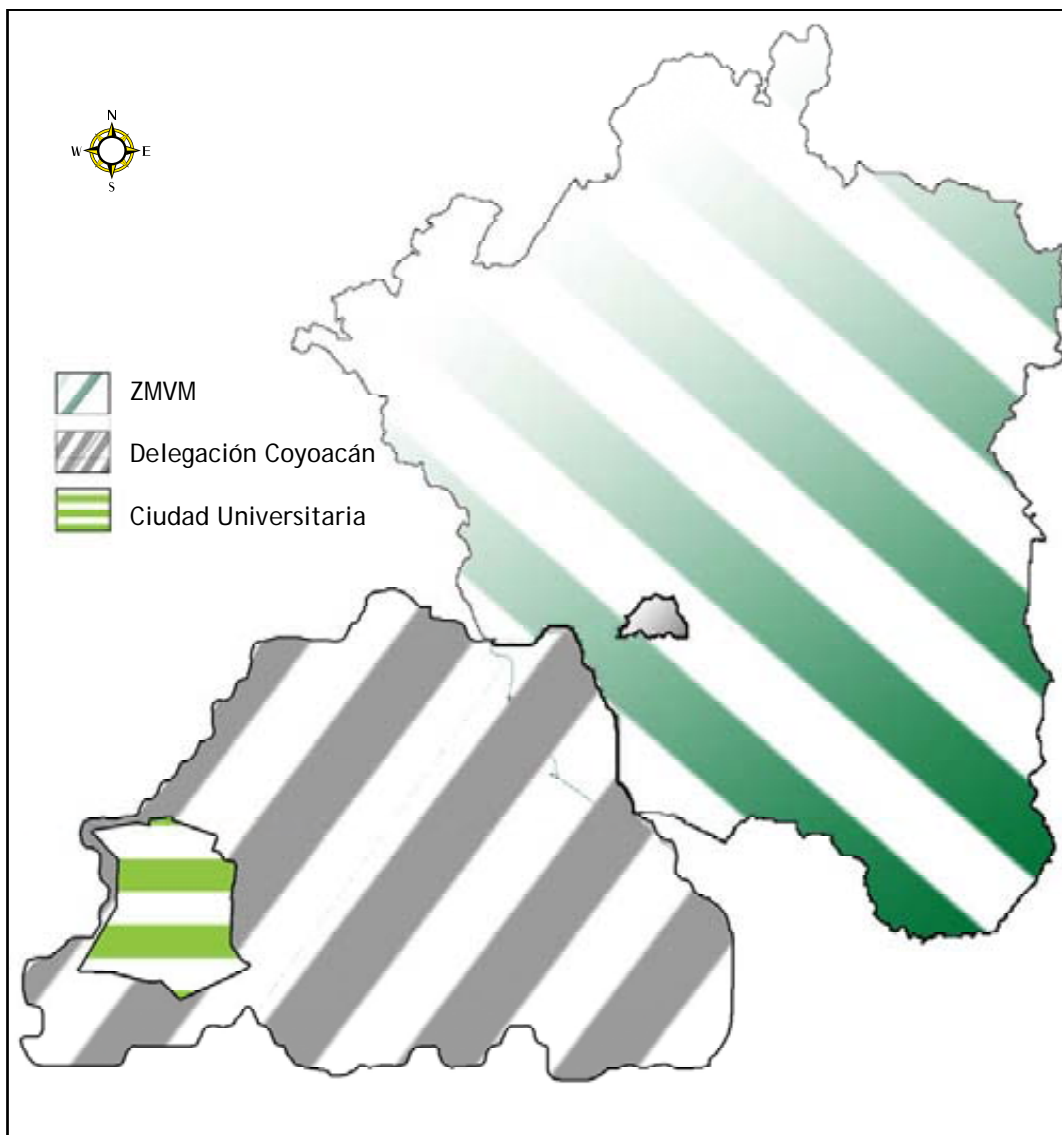


Figura 2.1 Ubicación de Ciudad Universitaria dentro de la ZMVM

La ubicación de Ciudad Universitaria (CU) la convierte en un paso obligado de la zona sur al centro de la Ciudad de México y viceversa, en donde podemos detectar tres tipos de viajes que pasan por el campus, los dos primeros coinciden en intensidad dentro de las horas de máxima demanda para la ciudad, saturando los circuitos viales de la CU, estos son los que tienen como destino alguna Facultad o dependencia dentro de la UNAM, y los segundos y quizás más conflictivos son los que utilizan las vialidades como parte de su ruta que no tienen destino dentro del campus, y pueden utilizar incluso los servicios con los que cuentan las instalaciones de la Universidad, principalmente sanitarios y colecta de basura. El tercer tipo de viaje, con menor intensidad pero posiblemente con el mismo impacto, son los generados por los servicios culturales que ofrece la UNAM en sus museos y salas.

El campus universitario, por tener primordialmente la actividad académica, presenta los conflictos viales de lunes a viernes, principalmente.

En el capítulo anterior observamos que conforme el paso de los años, ha cambiado la demanda estudiantil de las carreras que se imparten dentro del campus, por lo que cambia también el movimiento en las diferentes dependencias, debido a esta dinámica las escuelas han tenido que cambiar desde el tamaño (número de edificios, espacios de estacionamientos, anexos, etc.) hasta la ubicación, tal es el caso de la Facultad de Ciencias, que se mudó de la hoy Torre II de Humanidades, a la zona actual en 1979.

Otras escuelas, como Psicología que inicia sus cursos en 1966 dependiendo de la Facultad de Filosofía y Letras, inicia sus actividades en su propia escuela, ubicándose en la parte norte del campus entre Insurgentes y Av. Universidad, en 1974.

Ingeniería, como otras escuelas, quedó dispersa en el campus, la demanda hizo necesarios edificios anexos y de investigación. Por lo que es de esperarse que los usuarios de Ciudad Universitaria generan multidestinos, que tienen que ver tanto con el cumplimiento de sus deberes académicos, para el caso de profesores y alumnos, y trámites, bibliotecas, cine clubes, comedores, museos, etc. como para el resto de los



usuarios. En el caso de comedores, centros culturales y de entretenimiento, pueden tener destinos cercanos a la CU, pero fuera del campus y sirviendo este de “puente”.

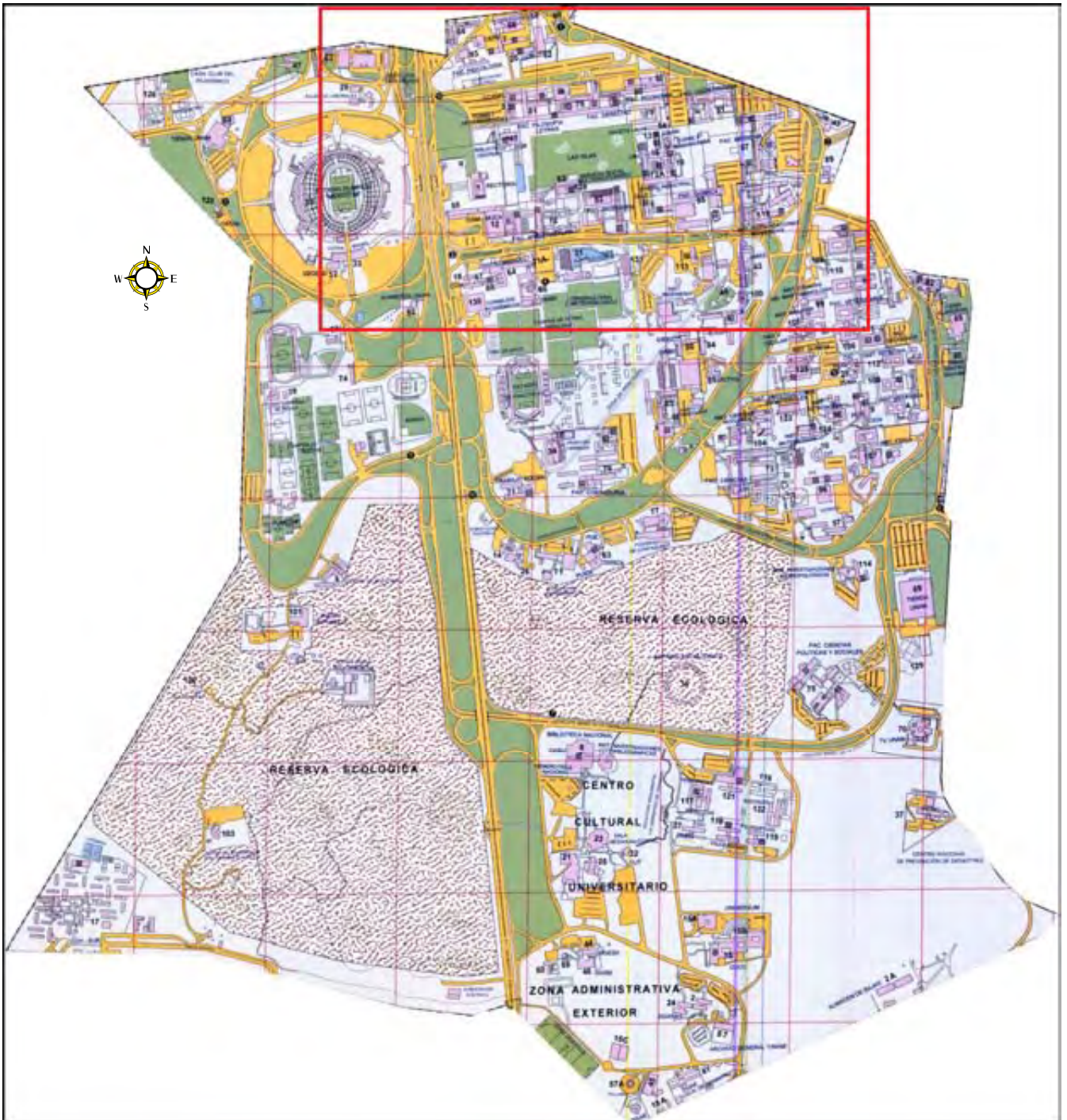


Figura 2.2 Zona de estudio

La Ciudad Universitaria fue proyectada para que la mayoría de los usuarios transitaran de forma peatonal, lo que promueve el crecimiento de la mancha urbana alrededor de la misma con un crecimiento desordenado desde la década de los sesenta, lo que hace posible que los servicios municipales, incluyendo las vialidades, sean aprovechados por estos vecinos, desde entonces y hasta la actualidad. En 1984 se inaugura la estación de metro Universidad para ayudar al tránsito de los usuarios, limitando este crecimiento tan cercano a CU, no el caso de la zona de Copilco que con el tiempo se convierte en una zona comercial.

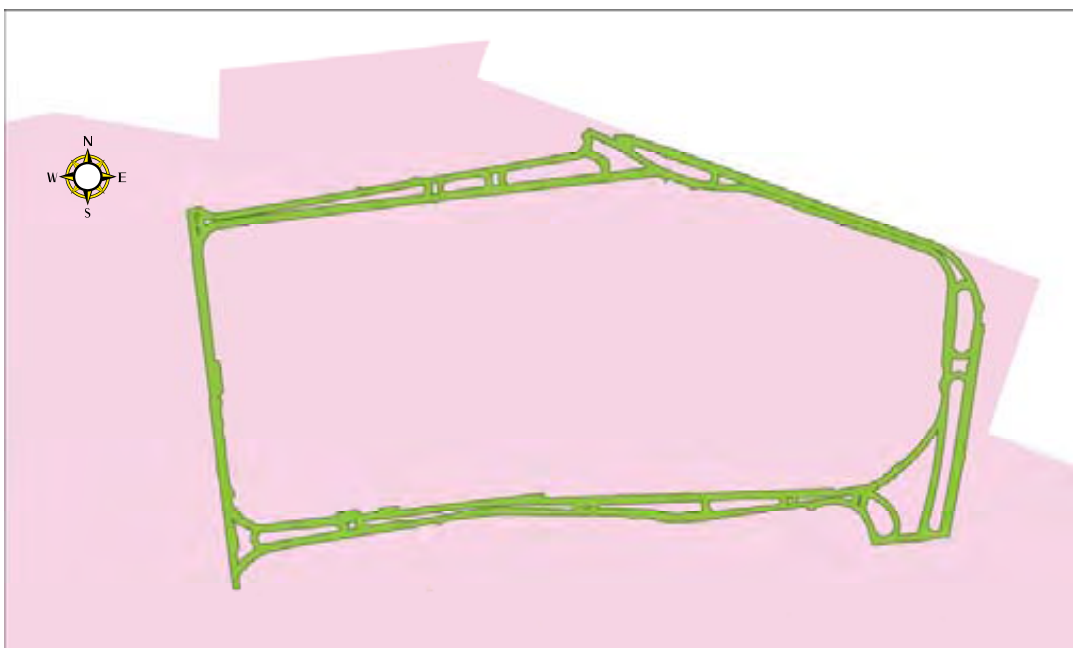


Figura 2.3 Zona de estudio, Circuito Interior y Escolar, Ciudad Universitaria, DF

A pesar de la descentralización de las escuelas de la zona central, se mantiene aún una fuerte actividad, por lo que concentraremos el estudio en la misma que está conformada por los circuitos viales Interior y Escolar. La zona de estudio se muestra en la figura 2.2 y se detalla en la figura 2.3.

### *2.2. Red Vial de Ciudad Universitaria*

El fenómeno de tránsito en Ciudad Universitaria obedece a los conceptos urbanos, con sus debidas adecuaciones debido al giro que responde a las actividades escolares, permanece abierta de lunes a sábados de 6:00 am a 11:00 pm, los domingos solo hay

acceso especial por la entrada principal en Av. Universidad 3000, a la zona cultural sobre la Av. Insurgentes, y a la alberca olímpica también por la Av. Insurgentes.

Dentro de un criterio amplio de planeación una red vial urbana se debe clasificar de tal manera que se puedan fijar funciones específicas a las diferentes carreteras y calles, para lograr atender las necesidades de movilidad de las personas y mercancías de una manera rápida, comfortable y segura.

### *Clasificación funcional del sistema vial de Ciudad Universitaria*

La red vial de un sistema urbano, como el de CU, tiene dos funciones principales, *movilidad y accesibilidad*, como se muestra la figura 2.4. Esta clasificación es clave para la planeación del transporte, ya que las agrupa según el servicio que aportarán, determina la importancia de las mismas ayudando a solucionar problemas viales, y ayuda a establecer las bases para la asignación de niveles de servicio para con ello estimar los costos de la mejoras.

En Ciudad Universitaria se tienen vías rápidas, calles principales, y calles locales como se muestra en la figura 2.5, esta misma figura muestra como el sistema vial de Ciudad Universitaria se asemeja a un sistema vial urbano, el sistema vial de CU no tiene autopistas, ni calles colectoras según su definición.

Las calles principales son las que permiten el movimiento de tránsito entre las áreas o partes de la ciudad. Dan servicio directo a los generadores principales de tránsito y se conectan con el sistema de autopistas y vías rápidas, con frecuencia son divididas y pueden tener control parcial de sus accesos. Las calles principales se combinan entre sí para formar un sistema que mueve el tránsito en toda ciudad en todas direcciones.

Las calles locales proporcionan acceso directo a las propiedades, sean estas residenciales, comerciales o industriales, además facilitan el tránsito local hacia las residencias. Se conectan directamente con las calles colectoras o principales.

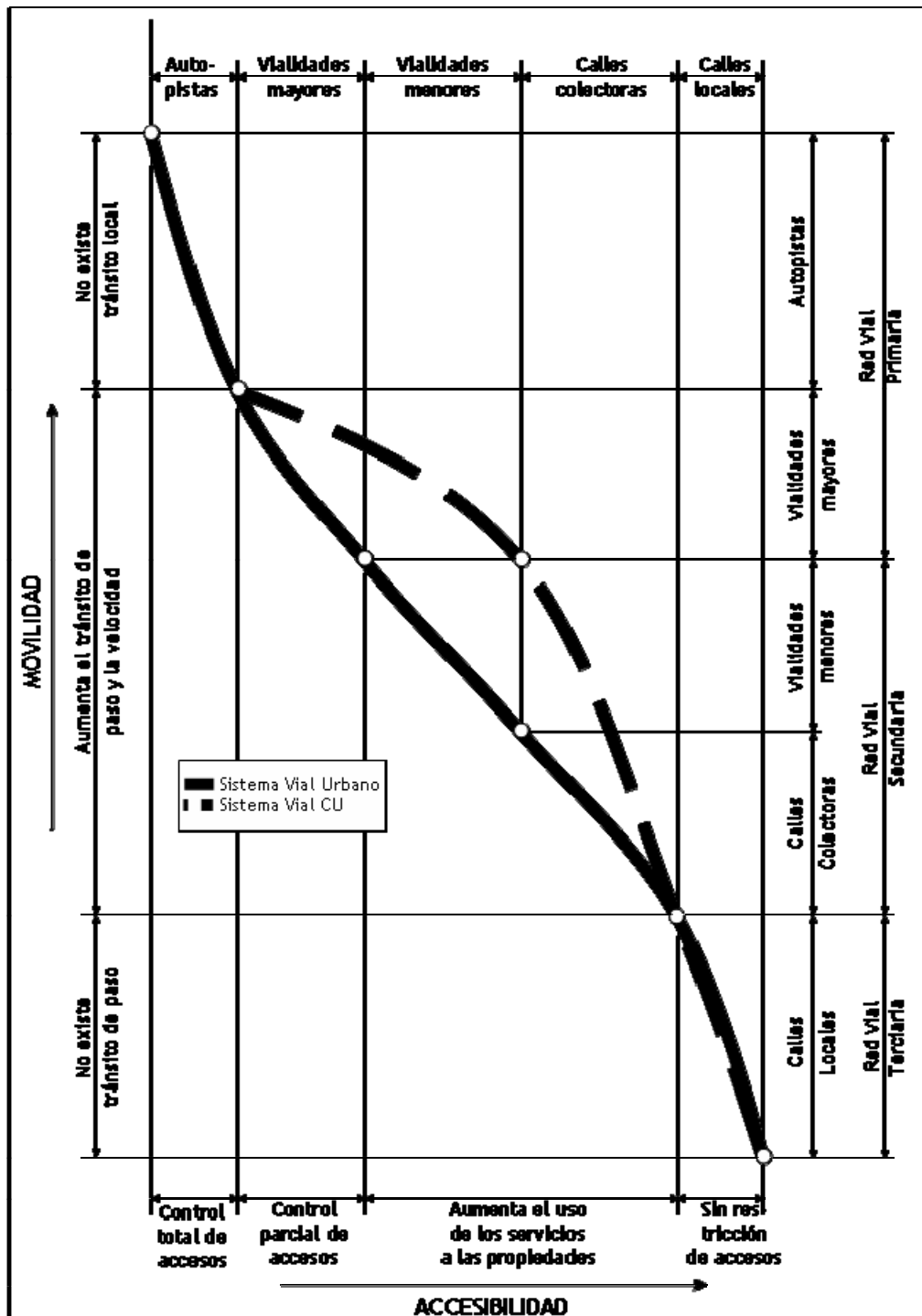


Figura 2.4 Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano y el sistema vial de CU

Para el caso del sistema vial de Ciudad Universitaria, se tiene como vía el tramo correspondiente de Insurgentes con sus respectivos pasos a desnivel, los circuitos universitarios son al mismo tiempo calles principales, mientras que los accesos a

estacionamientos y vialidades menores dentro de cada facultad o dependencia funcionan como calles locales.

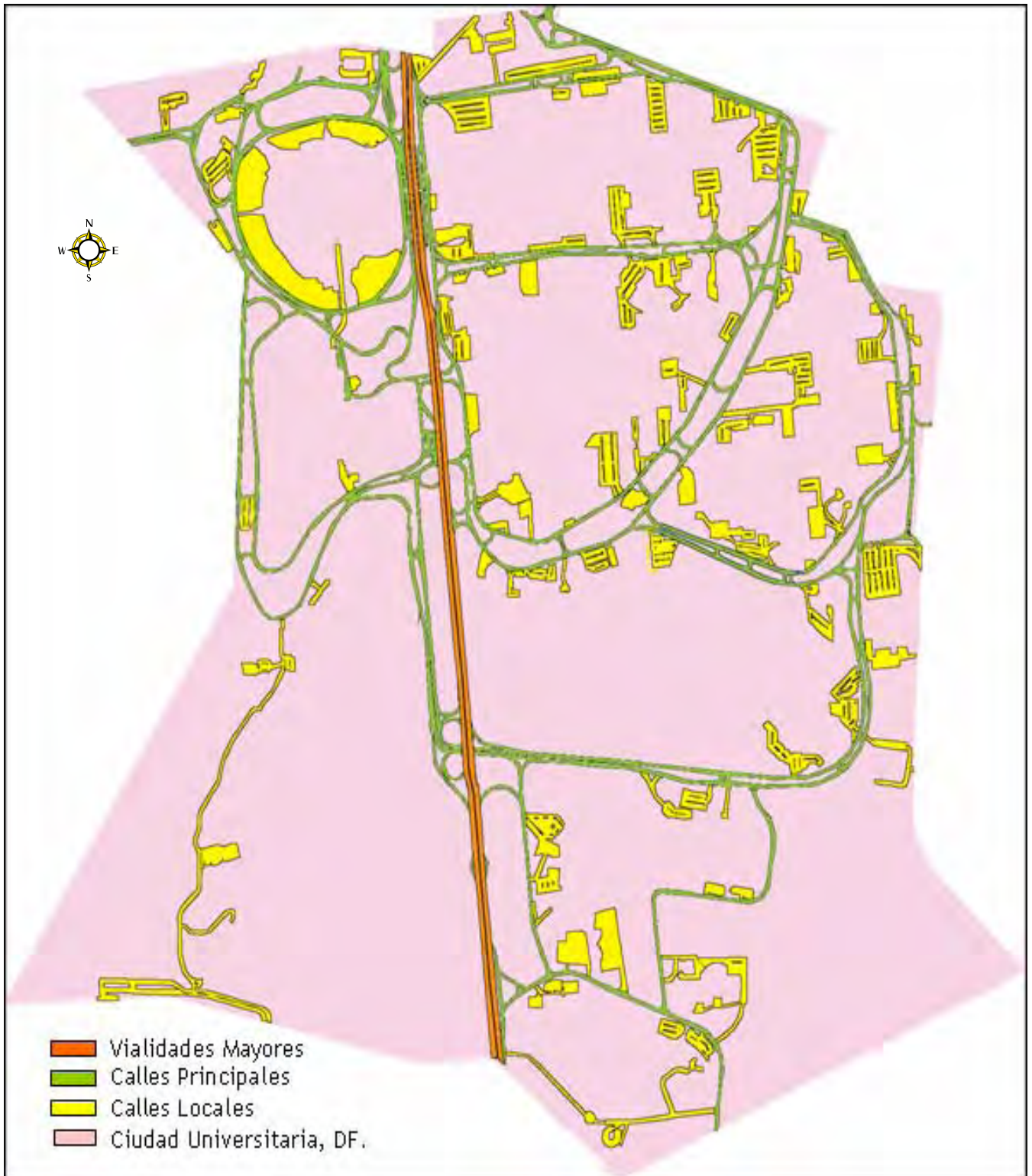


Figura 2.5 Sistema vial urbano de Ciudad Universitaria

Además cuenta con una amplia infraestructura de calles puramente peatonales (andadores), mismas que no son motivo de este estudio.

### *2.3. Volúmenes de tránsito*

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo, ya sea vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones. Los conteos se realizan para obtener estimaciones de:

- Volumen
- Tasa de flujo
- Demanda
- Capacidad

Para el análisis de los volúmenes de tránsito de Ciudad Universitaria haré uso, por la naturaleza del fenómeno que se presenta, del TDPA (tránsito promedio diario anual) para las vialidades principales vecinas contempladas como estaciones maestras y del volumen horario de máxima demanda (VHMD) para los tramos de estudio. Es importante conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año para mejorar la operación, en este caso lo es por la naturaleza del fenómeno de tránsito, que no es constante en volumen a lo largo del año, debido a su ocupación académica y funciona de acuerdo a la misma, por lo tanto no se puede extrapolar a la ciudad.

Los parámetros arriba mencionados se relacionan estrechamente entre sí y se expresan en las mismas unidades o similares, pero son conceptos diferentes. El volumen es el número de vehículos (o personas) que pasan por un punto durante un determinado periodo de tiempo. La tasa de flujo es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un periodo menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente. La demanda es el número de vehículos que desean viajar por un punto durante un tiempo. La capacidad es el número máximo de vehículos que pueden

pasar por un punto en un tiempo específico, es una característica del sistema vial, y representa su oferta.

La expresión matemática que representa el volumen de tránsito es:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N = número total de vehículos que pasan (vehículos)

T = periodo determinado (unidades de tiempo)

Dependiendo de la duración del lapso de tiempo se tiene los volúmenes de tránsito anual (TA), mensual (TM), semanal (TS) diario (TD) y horario (TH). Tránsito en un periodo inferior a una hora ( $Q_i$ ), en donde i es el lapso en minutos. En todos los casos anteriores los periodos especificados no son cronológicos, sino lapsos de tiempo seguidos.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizarán para obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de la zona de estudio y para identificar las zonas problemáticas, con el fin de mejorar los niveles de servicio en las áreas en que se haya detectado.

Por tratarse de una zona similar a la urbana, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana, y no coincidir de un tipo de calle a otro, para el mismo periodo máximo, por esto es que es posible encontrar un volumen de tránsito similar a lo largo de la semana en un punto dentro de la zona de estudio y un volumen completamente distinto en otro punto del mismo circuito, por lo que se debe tener cuidado de los afluentes y efluentes del flujo vehicular, que son los que determinan el flujo y por lo tanto las zonas conflictivas.

Para consideraciones del volumen horario de máxima demanda podemos encontrar una distribución mas uniforme, lo cual no necesariamente significa que conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Por lo que se haremos uso del factor de la hora de máxima demanda FHMD, expresándose de la siguiente manera:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{m\acute{a}x})}$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$  = volumen máximo que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora.

N = número de periodos durante la hora de máxima demanda

#### *2.4. Estudios de velocidad*

Uno de los indicadores que más se utiliza para medir la eficiencia de un sistema vial es la velocidad de los vehículos. Para medir la calidad del movimiento se utilizan la velocidad de punto, la velocidad de recorrido y la velocidad de marcha.

##### *2.4.1. Velocidad de punto*

Los estudios de velocidad de punto están diseñados para medir las características de la velocidad en un lugar específico, bajo condiciones prevalecientes del tránsito y del estado del tiempo en el momento de llevar a cabo el estudio; lo mismo que permiten obtener la distribución de velocidades por grupos de usuarios.

Las ubicaciones generales son seleccionadas para estudios de tendencias o investigación de datos básicos del tránsito. En las calles urbanas las ubicaciones a media cuadra son las más adecuadas, siempre y cuando no existan entradas y salidas de estacionamiento que influyan en el flujo vehicular.



Las ubicaciones especiales son elegidas para establecer límites de velocidad de tramos específicos de calles o carreteras; para evaluar mejoras en el tránsito y para estudiar lugares de accidentes; también la ubicación de lugares especiales se utilizan para estudios de investigación o para evaluar las relaciones entre la velocidad y los diversos factores que influyen en la velocidad de punto. Estos factores, por lo general, incluyen al conductor, al vehículo, al camino, al tránsito y las condiciones atmosféricas.

Para obtener una estimación imparcial y precisa de las velocidades de punto en un lugar específico, deben observarse los siguientes aspectos:

- El equipo (en caso de utilizarlo) debe estar oculto a los conductores que se acercan.
- El investigador que tuviera la necesidad de observar vehículos que se aproximan debe ser lo menos llamativo posible.
- Deben evitarse los curiosos.
- Deben medirse un número adecuado de velocidades de los vehículos.

El estudio debe hacerse fuera de las horas de máxima demanda, en caso de presentarse condiciones de bajos volúmenes, puede requerirse más de un día, para obtener el tamaño necesario de la muestra, esto para satisfacer consideraciones estadísticas, la siguiente ecuación puede ser usada para calcular el número de velocidades que deben medirse:

$$N = \left( \frac{SK}{E} \right)^2$$

Donde:

N = tamaño mínimo de la muestra.

S = desviación normal de la muestra (km/h), veáse tabla 2.1.

K = constante correspondiente al nivel de confiabilidad deseado, veáse tabla 2.2.

E = error permitido en la velocidad de punto (km/h).

Por lo que, para el caso de Ciudad Universitaria se tiene un tamaño de muestra de:

$$N = \left( \frac{(7.7)(2.5)}{3} \right)^2$$

$$N = 41.17$$

$$N = 42$$

El número de velocidades que se debe medir debe ser mayor de 30, deben ser casuales y representativas, las mediciones de velocidad de punto se muestran completas en el Anexo 1, cuyo resumen y localización se muestran en la tabla 2.3 y figura 2.6.

Tipo de tránsito	Tipo de camino	Desviación normal promedio (km/h)
Rural	Dos carriles	8.5
Rural	Cuatro carriles	6.8
Intermedio	Dos carriles	8.5
Intermedio	Cuatro carriles	8.5
<b>Urbano</b>	<b>Dos carriles</b>	<b>7.7</b>
Urbano	Cuatro carriles	7.9

Tabla 2.1 Desviaciones normales para la determinación del tamaño de la muestra

Constante K	Nivel de confiabilidad (%)
1.00	68.3
1.50	86.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
<b>2.50</b>	<b>98.8</b>
3.00	99.7

Tabla 2.2 Constante correspondiente al nivel de confiabilidad



Figura 2.6 Localización de tramos de estudio para velocidad de punto

Punto	Ubicación	Sentido	Velocidad de punto (km/h)
1.	Facultad de Filosofía	Filosofía - Economía	21.95
2.	Facultad de Derecho	Filosofía - Economía	18.30
3.	Facultad de Economía	Filosofía - Economía	16.29
4.	Facultad de Medicina	Economía - II Biomédicas	19.64
5.	Instituto de Investigaciones Biomédicas	II Biomédicas - MUCA	13.94
6.	Facultad de Química	II Biomédicas - MUCA	19.44
7.	Facultad de Arquitectura	II Biomédicas - MUCA	23.47
8.	Museo Universitario de Ciencias y Artes	II Biomédicas - MUCA	20.53
9.	Rectoría	MUCA - Filosofía	22.37
10.	Facultad de Filosofía y Letras	Economía - Filosofía	23.76
11.	Facultad de Economía	Economía - Filosofía	24.63
12.	Facultad de Medicina	Veterinaria - Economía	25.74
13.	Facultad de Veterinaria	Veterinaria - Economía	17.15
14.	Instituto de Ingeniería	Servicios Médicos - IIMAS	25.09
15.	Servicios Médicos	Servicios Médicos IIMAS	26.23

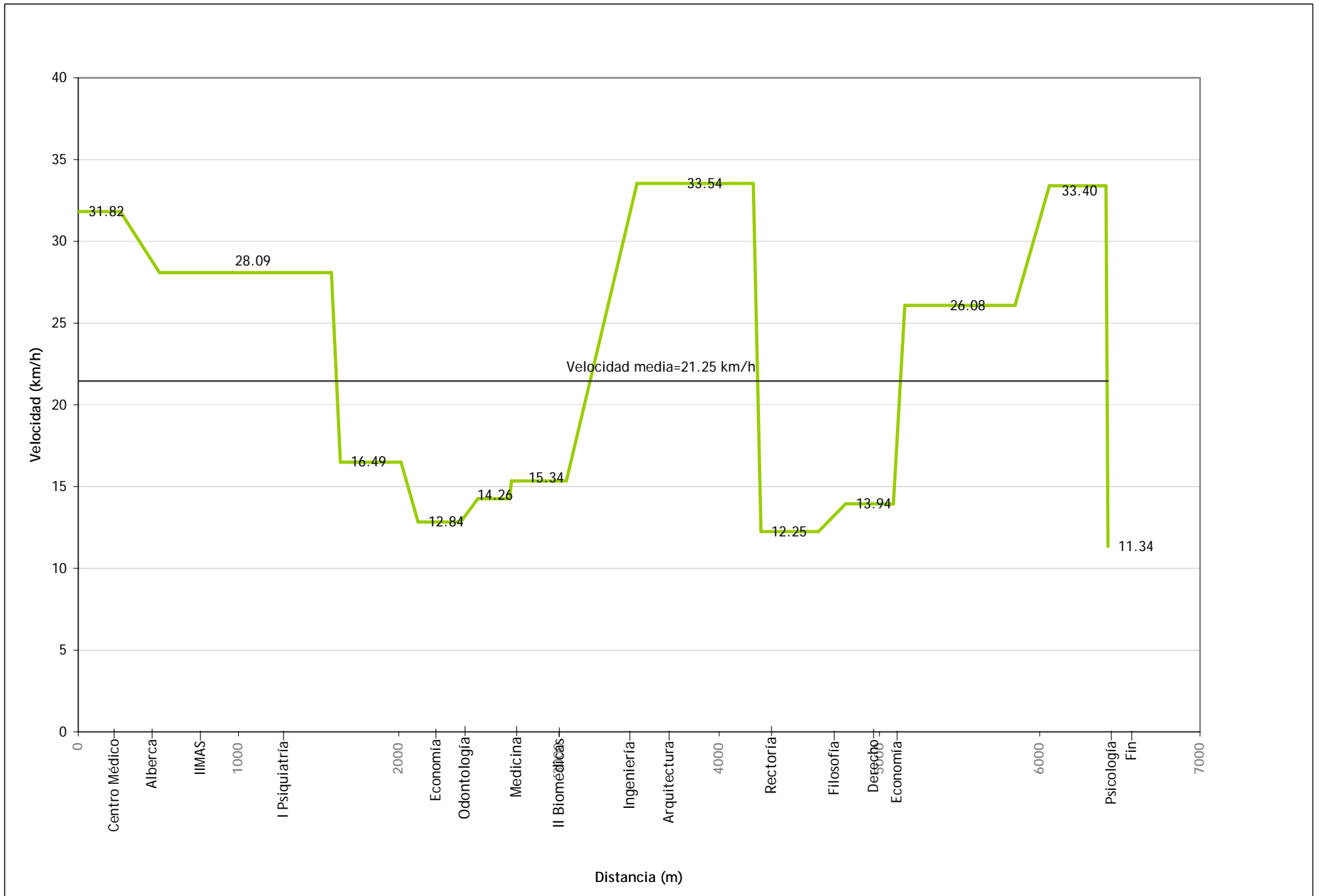
Tabla 2.3 Resumen de velocidades de punto en los circuitos Interior y Escolar de CU

#### 2.4.2. Velocidad de recorrido y demoras

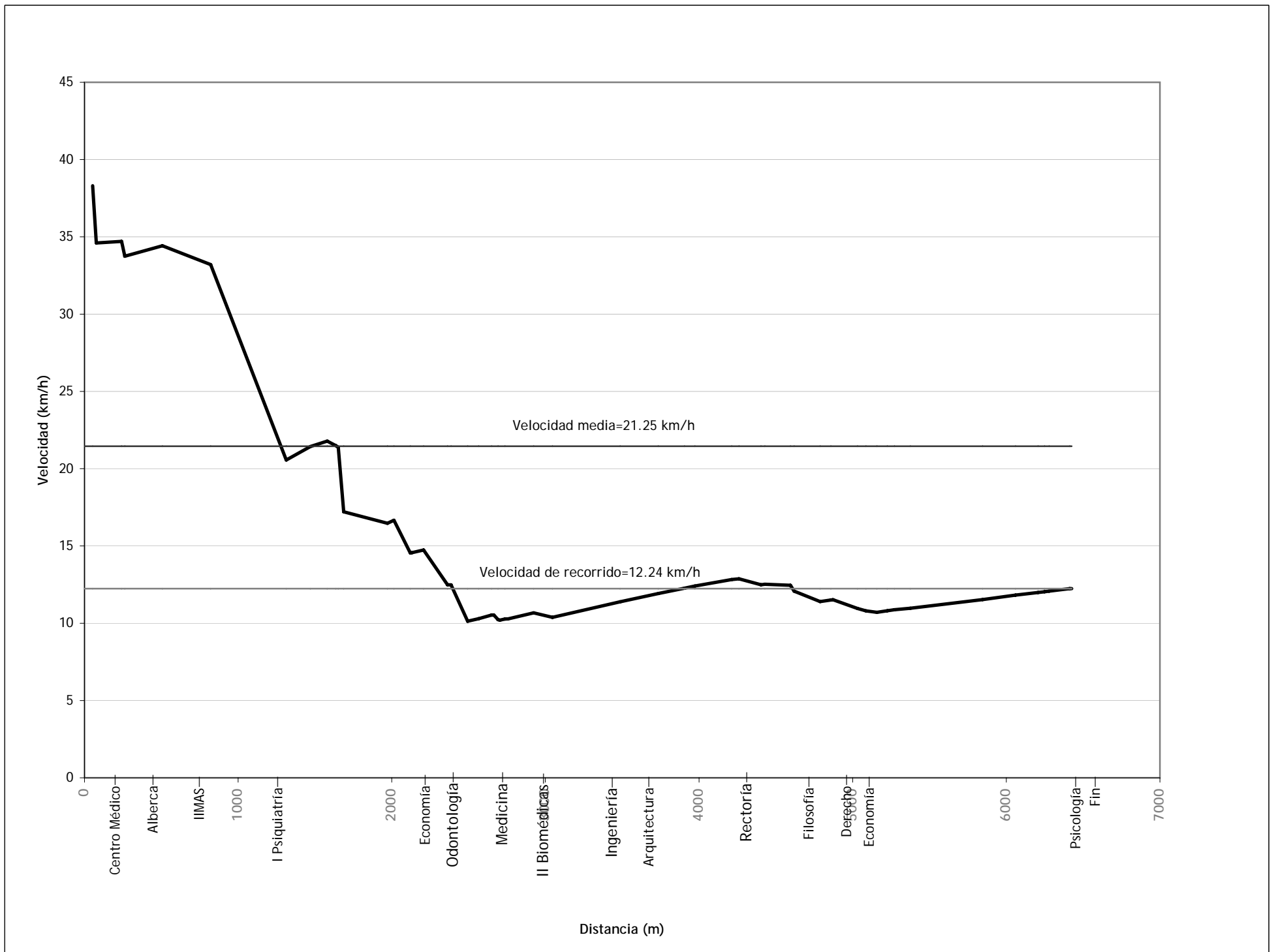
La velocidad de recorrido es la velocidad media con base en la distancia, a diferencia de la velocidad de punto que es la velocidad media con base en el tiempo.

La calidad del flujo se mide por las velocidades de recorrido y de marcha. La información de las demoras se registra cuando el flujo de tránsito es detenido se mide en unidades de tiempo, anotando el lugar donde ocurren, causa y frecuencia de las mismas.

La velocidad de recorrido regularmente suele ser mayor que la velocidad de punto, pues la velocidad de punto es la velocidad en el que los elementos de tránsito permiten viajar en condiciones de seguridad, mientras que la velocidad de recorrido es la velocidad en que las condiciones de tránsito, ambientales y horarias permiten la movilidad. Esta velocidad se determina con estudios de tiempos de recorrido y demoras.



Gráfica 2.1 Velocidad de recorrido por grupos de acuerdo a los puntos de control, estudio realizado en noviembre 2006



Gráfica 2.2 Velocidad acumulada a lo largo de la ruta de recorrido, estudio realizado en noviembre 2006

La velocidad de recorrido total, se obtiene de dividir la distancia total entre el tiempo total de recorrido, en la gráfica 2.2 se muestra la velocidad de recorrido acumulada.

### *2.5. Capacidad vial y niveles de servicio*

El concepto de capacidad vial es primordialmente utilizado en la clasificación de carreteras, no así en un concepto urbano, por lo que para el caso de CU cuyo sistema vial se asemeja a un sistema vial urbano, se debe tener en cuenta que la zona está considerada como escolar, por lo que exige una velocidad máxima de 40 km/h, mientras que en una vialidad mayor de un sistema urbano se permite una velocidad de hasta 80 km/h.

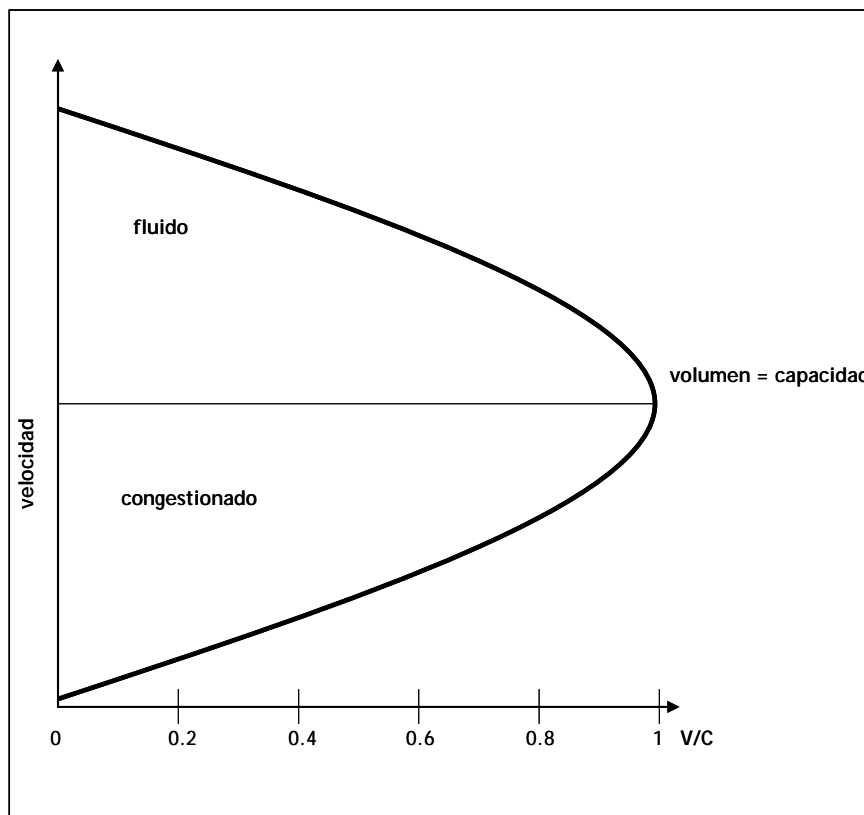
La capacidad vial, por lo tanto es una medida cualitativa de la eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a una demanda considerada, es el número máximo de vehículos que razonablemente pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

La infraestructura vial de Ciudad Universitaria tiene un sistema de circulación continua, por lo que no tiene elementos externos de control de tránsito como semáforos o señales de alto que produzcan interrupciones en el flujo. Como se hace en la mayoría de los estudios de tránsito, para el análisis del flujo vehicular y por lo tanto para determinar la capacidad vial usaremos intervalos de 15 minutos, considerado este el mínimo en el cual se puede presentar un flujo estable.

La capacidad vial es entonces una tasa máxima horaria y la calidad del flujo se mide de acuerdo a los niveles de servicio. El nivel de servicio es una medida cualitativa del resultado de un número de factores que incluyen la velocidad de operación, tiempo de recorrido, interrupciones del tráfico, libertad de maniobrar, seguridad, comodidad y facilidad de manejar costos de operación.

Cuando el volumen de tráfico es igual a la capacidad de la vía, las condiciones de operación son deficientes, las velocidades son bajas y hay con frecuencia paradas y

demoras prolongadas. De acuerdo con el Highway Research Board, el factor principal para identificar un nivel de servicio es la razón entre el volumen de servicio y la capacidad ( $v/c$ ) como lo muestra la gráfica 2.3, se llega a una velocidad tal que el volumen es similar a la capacidad, la parte superior de la curva indica que si la velocidad es fluida, se pueden alcanzar las máxima velocidades en condiciones de seguridad con un volumen que no es grande, y la parte inferior muestra que si la circulación es congestionada las velocidades son bajas y por lo tanto los volúmenes pequeños.



Gráfica 2.3 Velocidad con respecto a la relación volumen/capacidad

Seis niveles de servicio han sido seleccionados para la identificación de la operación de tránsito en una vía, bajo diversas condiciones de velocidad y volumen, estos niveles de servicio son designados con las letras A, B, C, D, E y F, del mejor al peor, como lo muestra la figura 2.8.



El nivel de servicio A describe una condición de circulación libre, con volúmenes bajos y altas velocidades (velocidades controladas por el deseo del conductor, límites marcados de velocidad y por condiciones físicas de la vía).

En el nivel de servicio B, las velocidades de operación comienzan a restringirse, los conductores aún tienen libertad de seleccionar su velocidad y carril de operación.

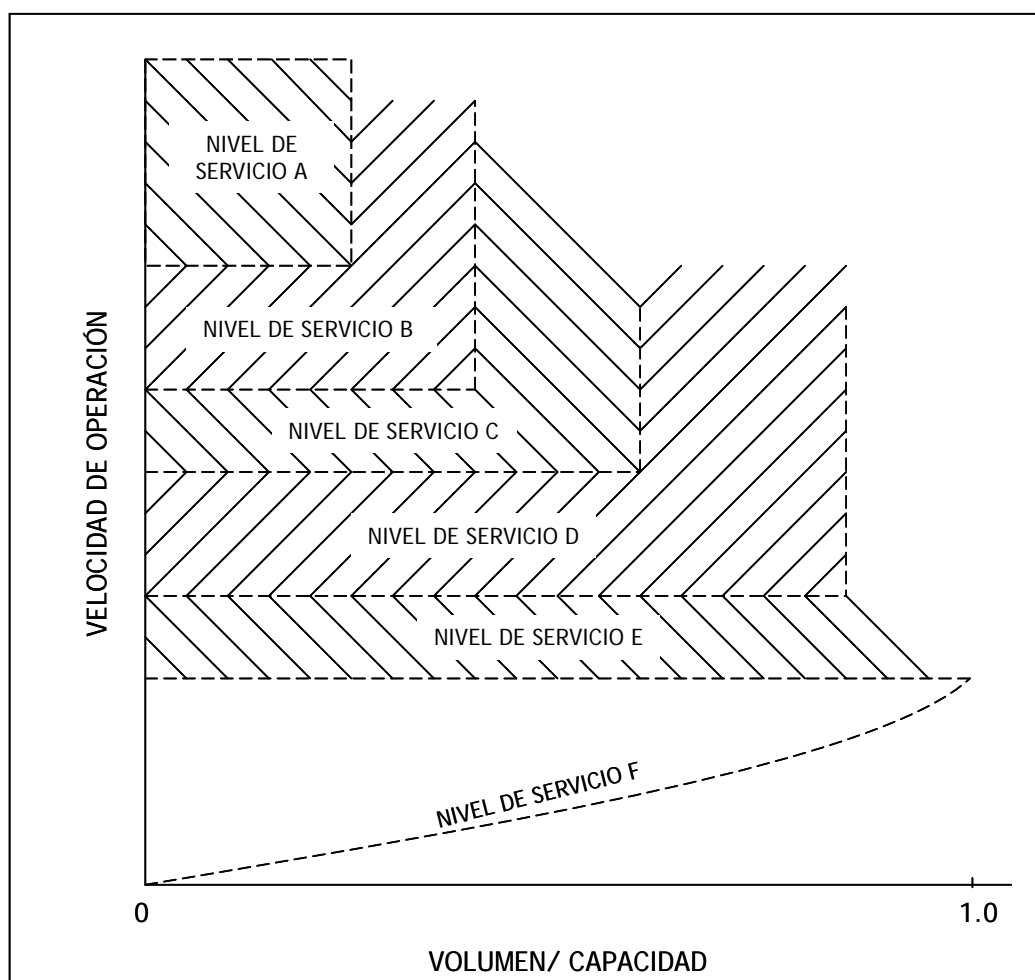


Figura 2.8 Concepto general de los niveles de servicio con respecto a la relación Volumen/Capacidad

En el nivel de servicio C se está todavía en la zona de circulación estable, pero las velocidades y la capacidad de maniobra están más rígidamente afectadas por los mayores volúmenes. La velocidad de operación es satisfactoria todavía y los volúmenes de servicio adecuados.

El nivel de servicio D se acerca a la circulación inestable, con velocidad de operación tolerable con ciertas variaciones. Los conductores tienen poca libertad para maniobrar.

En el nivel de servicio E, la circulación es inestable y las velocidades bajas (menos de 50 km/h<sup>1</sup>) pueden haber interrupciones de duración momentánea, los volúmenes que se alcanzan son iguales o cercanos a la capacidad de la vía.

El nivel de servicio F, presenta una circulación inestable y las velocidades bajas; las interrupciones pueden ocurrir en periodos cortos o largos por causa de los congestionamientos.

Para poder definir las capacidades de servicio de la zona de estudio, es necesario describir primero sus condiciones físicas, esto es, sus características geométricas, el número de carriles disponibles para la circulación. En los Circuitos Interior y Escolar, la zona que estudiaremos, consta de 5.88 km de longitud lineal, y podemos encontrar seis secciones diferentes, mismas que se describen en la figura 2.9 y su localización en la figura 2.10.

Finalmente, de acuerdo con el Highway Research Board, se define para un nivel de servicio E y para la anchura de las vías de CU las siguientes capacidades, dependiendo de los carriles libres de circulación, como lo muestra la tabla 2.4, los tramos definidos se muestran en la figura 2.10.

Carriles de circulación, anchura (m)	Carriles de estacionamiento, anchura (m)	Nivel de servicio, capacidad o volumen de servicio(veh/h)
Uno, 3.50	Dos, 2.50 y 2.57	E, 1500
Dos, 6.10 en total	Uno, de 2.40 a 2.55	E, 1700
Uno, de 2.40 a 2.55	Uno, de 2.40 a 2.55	E, 1300

Tabla 2.4 Nivel de servicio en los Circuitos Interior y Escolar de CU, dependiendo del número de carriles

Para el caso del sistema vial de Ciudad Universitaria, el nivel de servicio E, se presenta por el número y anchura de carriles que hacen se de una circulación inestable, no por la velocidad pues por ser zona escolar esta es menor de 50 km/h.

<sup>1</sup> La clasificación de niveles de servicio está hecha para carreteras y vialidades urbanas, no aplica del todo para Ciudad Universitaria, en donde la velocidad máxima permitida es de 40 km/h, por ser una zona escolar.

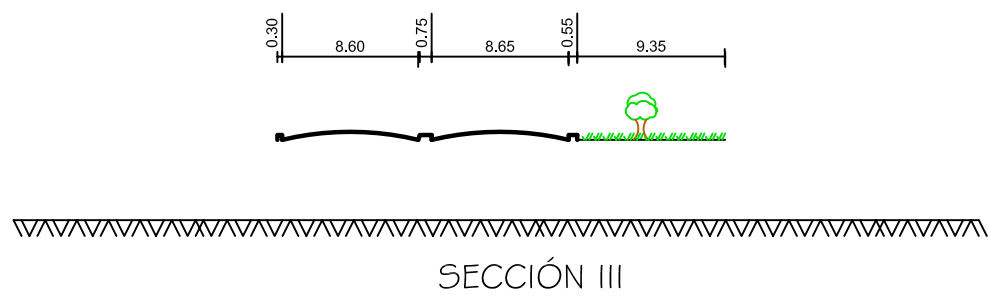
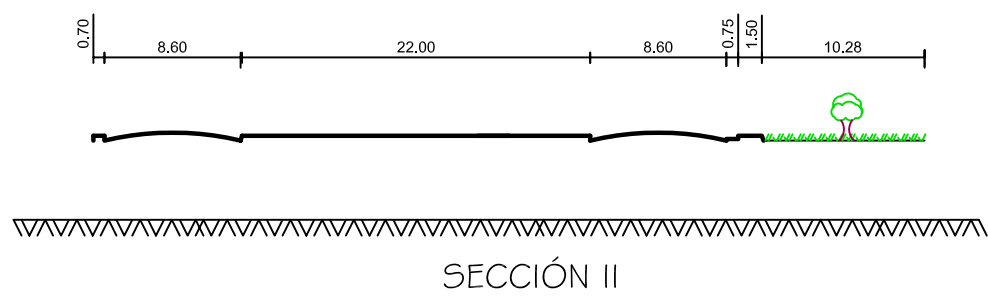
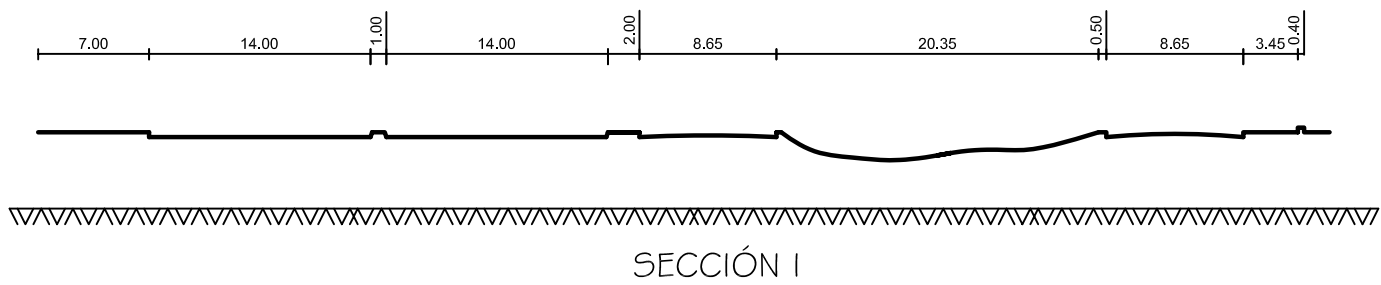


Figura 2.9a Secciones transversales del sistema vial

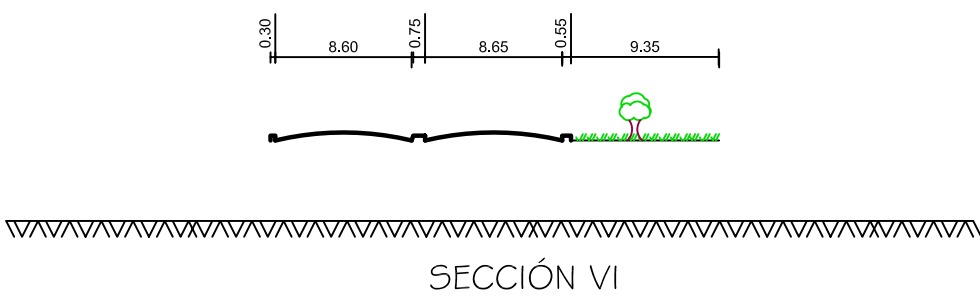
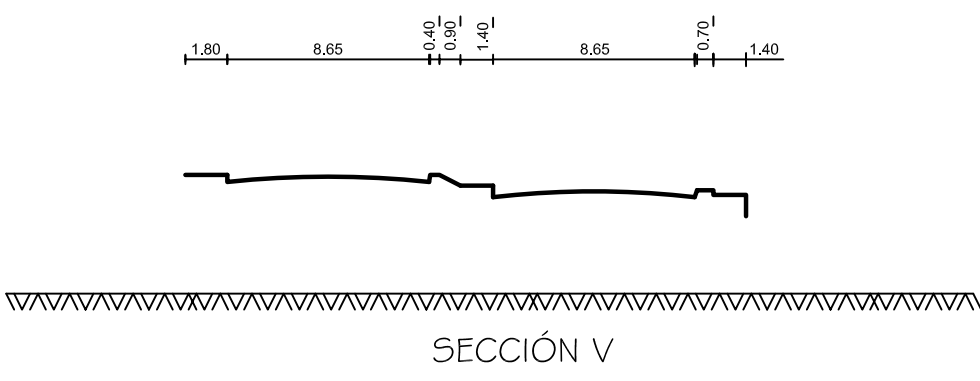
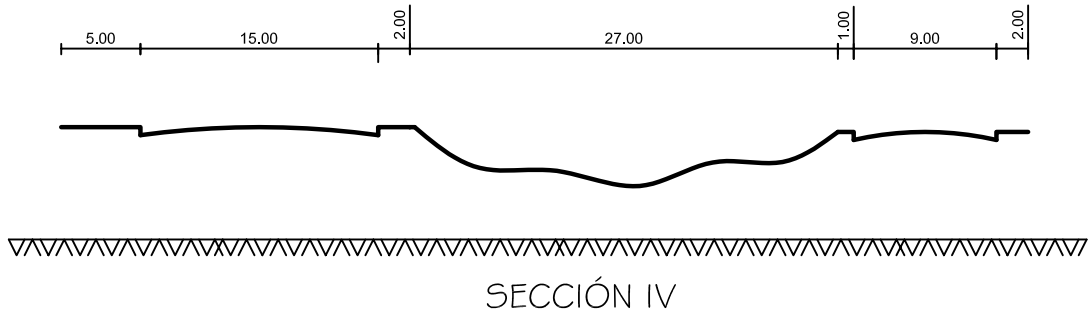


Figura 2.9b Secciones transversales del sistema vial

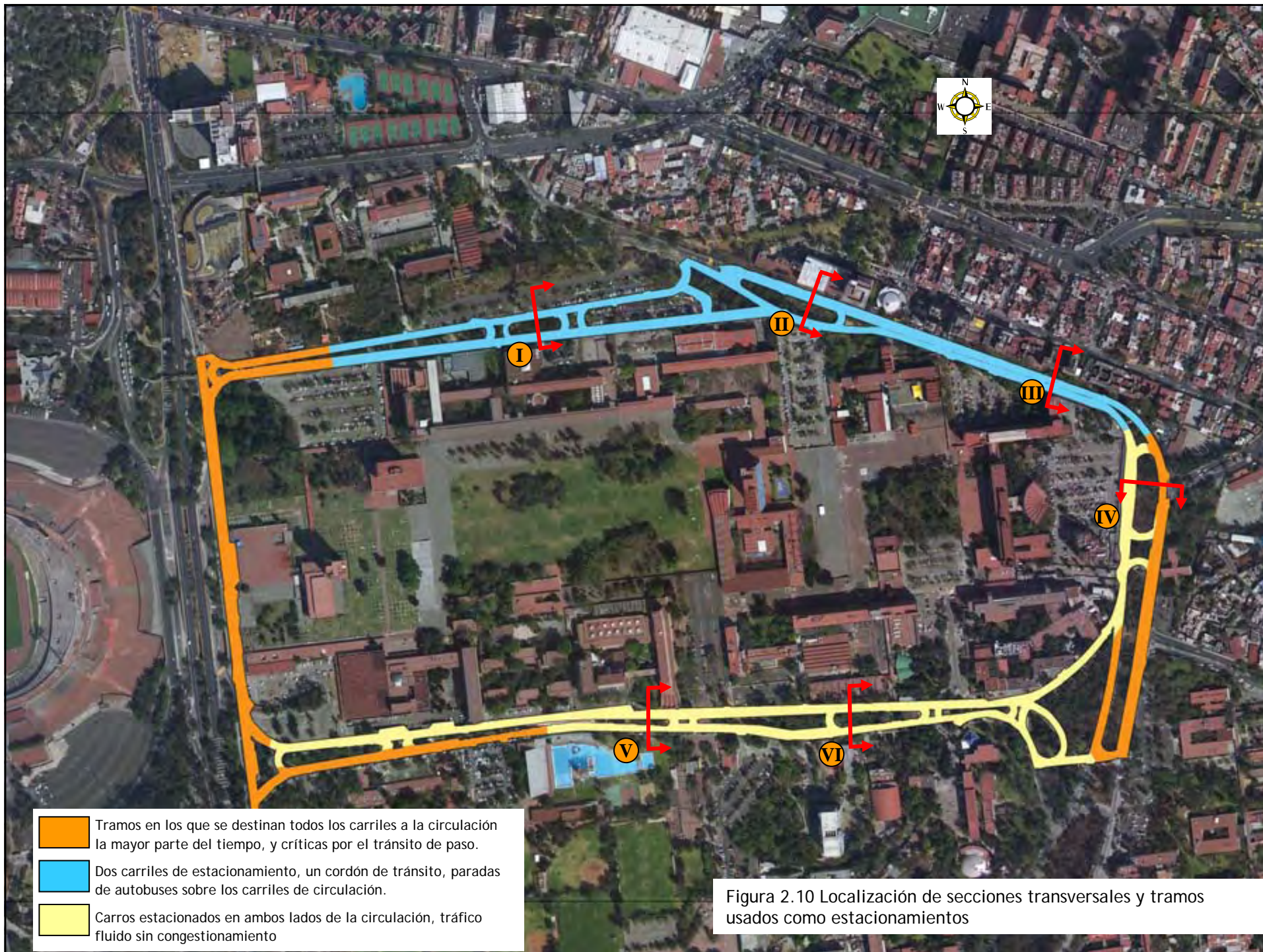


Figura 2.10 Localización de secciones transversales y tramos usados como estacionamientos

## *CAPÍTULO 3*

# *DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD EN CIUDAD UNIVERSITARIA*

## **CAPÍTULO 3.**

# **DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD EN CIUDAD UNIVERSITARIA**

En los capítulos anteriores ha quedado asentada la zona de estudio, así como el comportamiento a grosso modo del fenómeno de tránsito, sin embargo, queda pendiente tener idea de cuantos vehículos se estima que provoquen los conflictos viales en los circuitos Interior y Escolar.

Es por eso que en este capítulo se apuntarán los estimativos de volúmenes de tránsito, así como se hará el análisis de los puntos de conflicto que gracias a los estudios anteriores han sido identificados.

El diagnóstico de movilidad, es un paso importante para la solución del problema mismo, porque nos amplía el panorama de cómo se haya la demanda del espacio, debemos entender que este tipo de estudios y planteamiento de soluciones no se hacen por mero capricho, sino para asegurar que en un caso de emergencia las vialidades puedan ser transitadas de manera eficiente, sin importar la hora en que esta ocurra. Así como proporcionar al usuario la garantía de que no se perderán horas-hombre en cada traslado.

### 3.1. Tránsito vehicular en los Circuitos Interior y Escolar de Ciudad Universitaria

Como ya se mencionó, Ciudad Universitaria presta servicio a alrededor de 150,000 usuarios diarios entre alumnos, académicos, trabajadores y visitantes. El estudio de origen destino que se realizó en 2004, para los residentes del Distrito Federal, el cual incluye los aforos vehiculares en las vías principales, nos permite estimar el volumen de tránsito que pudiera pasar por Ciudad Universitaria, antes de hacer el ajuste a partir de una muestra horaria en puntos seleccionados dentro de los tramos de estudio.

Periodo	matutino (0:00 a 11:00)			medio día (11:01 a 17:00)			vespertino (17:01 a 24:00)		
	VHMD	Hora Máxima	FHMD	VHMD	Hora Máxima	FHMD	VHMD	Hora Máxima	FHMD
Lun	1851	10:00	1.4056	2103	11:00	1.5969	1974	18:00	1.4990
Mar	1884	08:00	1.2995	2086	15:00	1.4389	2108	20:00	1.4540
Mie	2354	07:00	1.5329	2299	15:00	1.4971	2158	19:00	1.4053
Jue	2856	10:00	1.7809	2386	11:00	1.4878	2061	17:00	1.2851
Vie	1884	08:00	1.2772	2098	14:00	1.4223	2108	21:00	1.4291
Sab	1845	10:00	1.6148	2074	14:00	1.8152	2074	20:00	1.8152
Dom	1491	10:00	1.2577	2008	15:00	1.6938	1675	17:00	1.4129
<b>Datos de las Horas de Máxima Demanda Dirección Sur</b>									
Lun	1365	10:00	1.4684	1436	11:00	1.54478	1822	23:00	1.9600
Mar	2154	09:00	1.6666	2033	11:00	1.57302	1720	17:00	1.3308
Mie	1384	10:00	1.5330	1518	11:00	1.68145	1859	23:00	2.0592
Jue	1449	00:00	1.1377	1641	16:00	1.28841	1824	22:00	1.4321
Vie	2154	09:00	1.5633	2033	11:00	1.47546	1762	17:00	1.2788
Sab	1910	10:00	1.4813	1970	14:00	1.52787	2003	17:00	1.5535
Dom	1384	10:00	1.5330	1518	11:00	1.68145	1859	23:00	2.0592

Tabla 3.1 Aforos vehiculares en HMD en las estación maestra de Insurgentes Sur, 2004

Para ello se hace una revisión de las estaciones maestras de aforo vehicular ubicadas en el Distrito Federal, y así analizar indicadores como:

- Volúmenes de los aforos vehiculares y su distribución horaria
- Volúmenes promedio diarios
- Horarios de Máxima Demanda: matutino, mediodía y vespertino.



La estación maestra Insurgentes Sur<sup>1</sup>, es la que se tomó en cuenta para ajustar el aforo muestra con el comportamiento semanal, y determinar entonces las horas de máxima demanda, los indicadores de la estación maestra se muestran en la tabla 3.1.

Conocidos los anteriores indicadores es posible estimar la demanda dentro y alrededor de Ciudad Universitaria a partir de una muestra diaria por punto elegido de aforo, estos puntos están ubicados en la figura 3.1, en el Anexo 3 se haya los aforos completos y resumidos en la tabla 3.2.

Estación	matutino (0:00 a 11:00)		medio día (11:01 a 17:00)		vespertino (17:01 a 24:00)		Día de la Semana
	VHMD	Hora Máxima	VHMD	Hora Máxima	VHMD	Hora Máxima	
1	1318	7:00 a 8:00	824	16:00 a 17:00	491	19:00 a 20:00	Jueves
2	502	7:00 a 8:00	577	11:00 a 12:00	619	20:00 a 21:00	Viernes
3	841	7:00 a 8:00	745	16:00 a 17:00	650	17:00 a 18:00	Martes
4	1394	7:00 a 8:00	874	16:00 a 17:00	586	17:00 a 18:00	Miércoles
5	742	7:00 a 8:00	550	11:00 a 12:00	773	21:00 - 22:00	Jueves
6	800	8:00 a 9:00	710	11:00 a 12:00	726	19:00 a 20:00	Viernes
7	918	10:00 a 11:00	988	11:00 a 12:00	1270	20:00 a 21:00	Martes

Tabla 3.2 Resumen de los aforos vehiculares en los Circuitos Interior y Escolar de CU, noviembre 2006

Los resultados anteriores se efectuaron en días diferentes por lo que pueden representar una tendencia diferente entre una y otra estación, para lo cual se utilizan los datos de la estación maestra que nos muestra el comportamiento del fenómeno del tráfico por día de la semana, haciendo el ajuste necesario para producir datos que definan los patrones de flujo en todo el tramo de estudio durante un intervalo común de tiempo. También se utilizó la técnica del muestreo y se completaron los datos para el horario, con la información de aforos vehiculares para la Estación Maestra de Insurgentes, tomados del Sistema de Información de Condiciones de Tránsito para la Estimación de Emisiones Contaminantes por Fuentes Móviles en la Zona Metropolitana del Valle de México<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Anuario del Transporte y la Vialidad 2004, SETRAVI, GDF.

<sup>2</sup> Estudio realizado por la Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2003 - 2004



Figura 3.1 Ubicación de puntos de aforo vehicular en los Circuitos Interior y Escolar de CU

Los datos ajustados se muestran en la tabla 3.3, en donde para fines de análisis se tomará la hora de máxima demanda (HMD) que muestra la capacidad máxima de la vialidad en operación normal.

Estación	VHMD
1	1847
2	871
3	1228
4	2255
5	1083
6	1126
7	1854

Tabla 3.3 Aforo vehicular en HMD, noviembre 2006

### *3.2. Rutas de transporte interno en el campus*

La Universidad, ofrecía el servicio de transporte gratuito, con 38 unidades regulares, y una especial para personas con capacidades diferentes, que transportan al año 33.6 millones de usuarios<sup>3</sup>, en 140 mil traslados al día. Cada paradero cuenta con una bahía de ascenso descenso para mayor seguridad de los usuarios. Con seis rutas que tienen como base y destino el paradero propio en la estación del metro Universidad. Las rutas están detalladas en la figura 3.2. La ruta 6 se creó en el 2005.

En la zona de estudio operaban dos rutas (hasta finales de 2006), la uno y la cinco, con un horario de 6:30 a 22:30 hr de lunes a viernes y sábados de 7:00 a 19:00 hr estas rutas operan con una frecuencia irregular, ya que esta depende del criterio de un despachador, la disponibilidad de unidades y por supuesto de la demanda. Coincidiendo en hora conflictiva con la HMD debido al congestionamiento vial que se presenta sobre los circuitos de vialidad universitaria y por supuesto que atrasan el recorrido por la red vial.

También por la zona de estudio circulaban los autobuses de transporte concesionado, y recorren prácticamente todo el Circuito Interior en dirección oeste, para salir por Trabajo Social, pues su punto de concentración se encuentra en el Estadio de

<sup>3</sup> Memoria 2005. DGPL, UNAM



Cabe mencionar que el servicio de transporte interno gratuito es ineficiente, lo que ha provocado la proliferación de taxis colectivos no regulados de acuerdo con las disposiciones de la Secretaría del Medio Ambiente del DF. Estos se encuentran dando servicio desde el Circuito de la Investigación Científica, en el punto más cercano a los paraderos del metro Universidad, y se caracteriza en seguir rutas semejantes a las del transporte gratuito, principalmente la ruta dos, tanto que hacen una segunda base frente a la Facultad de Contaduría. Su capacidad es de cuatro personas, mismas que viajan en condiciones de inseguridad, e invaden la vialidad puesto que tampoco se encuentran regulados por las autoridades universitarias.

### *3.3. Análisis de los puntos de conflicto definidos*

A grosso modo se presentaron las formas en que los alumnos, académicos, trabajadores y visitantes ingresan a la Ciudad Universitaria diariamente, es incierto saber el modo de transporte exacto que estos utilizan, pues para el caso no ha habido algún estudio reciente ni específico sobre los viajes Origen - Destino de los usuarios de Ciudad Universitaria. Sin embargo en el capítulo uno se muestran las estimaciones al respecto del último estudio que se hizo en 1994, para los residentes de la ZMVM.

De esta manera podemos suponer los porcentajes de demanda de servicios. Diferenciaremos a los usuarios como vehiculares y peatonales, que aunque este trabajo esta enfocado a la mejora del movimiento vehicular, no se puede dejar de lado la cantidad de peatones que también circulan en el recinto universitario, mismos que crean conflicto en los puntos de encuentro.

#### *3.3.1. Intersecciones*

En una intersección todos los cruces de trayectorias, tanto de los vehículos como de los peatones que la utilizan, se realizan a nivel, produciéndose, por lo tanto, una coincidencia de movimientos en el tiempo y en el espacio.

La geometría de la intersección condiciona las trayectorias que describen los vehículos y peatones. El análisis de estas trayectorias es el que permitirá la determinación de los puntos de conflicto y su clasificación en primarios, secundarios o terciarios. Este análisis es imprescindible para la toma de decisiones sobre las posibles mejoras de la intersección, tanto en lo concerniente a su geometría como al tipo de regulación necesaria.

Generalmente vamos a encontrar puntos de conflicto cuando se encuentran:

*a) Vehículos - vehículos (intersecciones)*

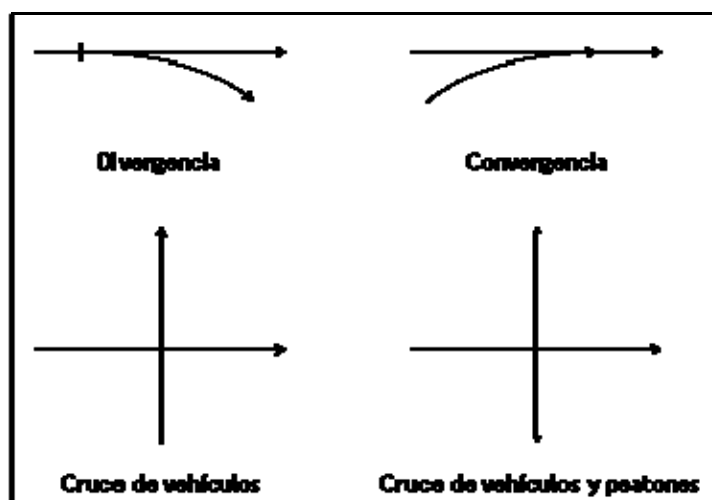
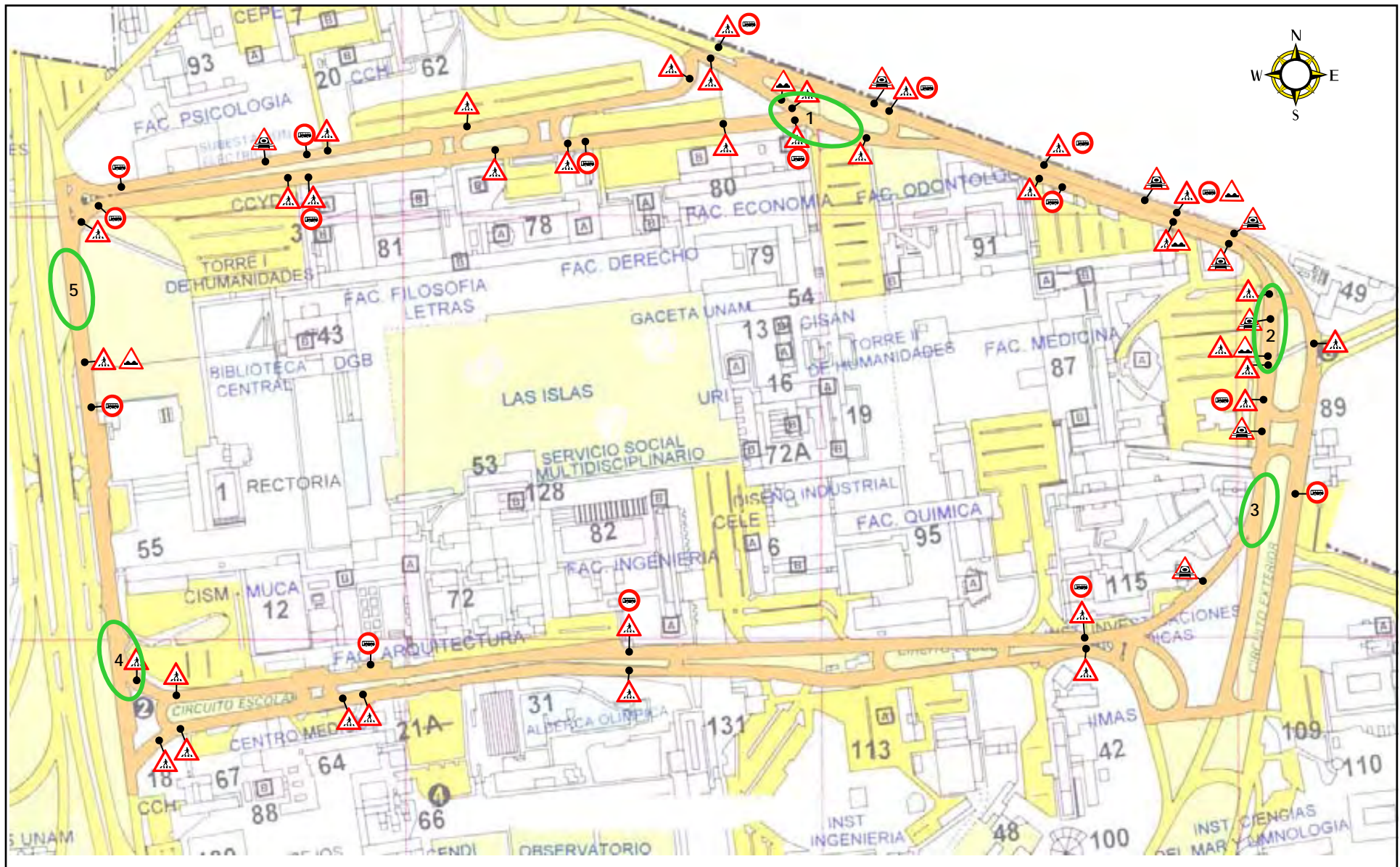


Figura 3.3 Tipos de trayectorias en intersecciones de vehículos y peatones

Un punto de conflicto es el lugar donde coinciden dos o más trayectorias de vehículos y peatones. Las trayectorias que describen los vehículos están determinadas por la geometría de la intersección. Por lo tanto, para determinar los puntos de conflicto, debemos en primer lugar conocer las características geométricas de los vehículos que circulan por la intersección; en segundo lugar, y sobre un plano de planta de la intersección, representar las áreas ocupadas por los vehículos en los diferentes movimientos posibles; y, en último lugar, hallar los puntos de conflicto, aunque en realidad se trata de áreas de conflicto.



Paso peatonal



Tope



Parada de Autobús



Rejilla de drenaje pluvial

Figura 3.4 Localización de conflictos por intersección entre vehículos, octubre 2006

Para hacer el análisis de las trayectorias en la figura 3.3, se muestran las interacciones posibles entre las trayectorias de vehículos y/o peatones en una intersección y su representación simbólica.

En la figura 3.4 se muestran los puntos de conflicto en intersecciones vehiculares, debido a la geometría del sistema vial es menor en los retornos, gracias a su sistema de “circulación continua” en un solo sentido, más no así en puntos de entrecruzamiento como los cinco que están resaltados.



Imagen 3.1 Intersección conflictiva número 5, se produce por los vehículos que salen de este punto y quieren ingresar al Circuito Interior universitario

Este entrecruzamiento conflictivo es debido a la trayectoria que siguen los vehículos para “atravesar” una vía, como lo son los que están resaltados con los números del dos al seis, en el caso del número uno, el conflicto es debido a una convergencia de trayectorias. El primer tipo de intersección conflictiva se muestra en la imagen 3.1 y el segundo tipo en la imagen 3.2.





Imagen 3.2 Intersección conflictiva número 1, producido por la convergencia de trayectorias.

*b) Vehículos - peatones (pasos peatonales)*

En las horas de máxima demanda, los peatones son el factor crítico pues tienen mayor espacio de movilidad en comparación con los automóviles, la figura 3.5 muestra los puntos de conflicto al respecto, siendo mayores en la parte norte de la zona de estudio, que en la sur. En los puntos 3, 4 y 5 por ejemplo, se trata de usuarios que vienen o van a la zona comercial y estación del metro Copilco y son los de mayor volumen.

En el punto 3, se tienen dos tipos de conflicto, el de cruces entre vehículos y el de vehículos con peatones, en donde los peatones son los que invadieron debido a que no tienen conciencia de que el espacio es limitado. En el punto 6, pasa lo contrario, el automovilista es el invasor pues el número de peatones es menor, y este tiene que lidiar con los vehículos que pelean el espacio debido a los conflictos por el entrecruzamiento de trayectorias.

En los puntos 7 y 8, es distinto, pues los peatones usuarios de la Alberca y de la Facultad de Arquitectura, cruzan a su antojo pues no está señalado un paso peatonal



Paso peatonal



Tope



Parada de Autobús



Rejilla de drenaje pluvial

Figura 3.5 Localización de conflictos por intersección entre vehículos y peatones, octubre 2006

en tal punto, y no tienen la disciplina de desplazarse hacia el más cercano para hacer el cruce.

### c) Vehículos - ciclistas

Aunque en Ciudad Universitaria hay puntos en donde se intersecan rutas ciclistas con vehículos, en la zona de estudio no existen como tal, por lo que en caso de presentarse se tomará al ciclista como un peatón, puesto que utiliza las mismas zonas de cruce y su número es mínimo, aunque se ha incrementado significativamente desde que se puso en marcha el programa institucional Bicipuma en marzo de 2005, que para marzo de 2006, ya contaba con mil cuarenta unidades que permitían ofrecer mil ochocientos servicios diarios<sup>4</sup>, lo que también motivó principalmente a alumnos a utilizar este transporte alternativo desde su lugar de origen.

### *3.3.2. Estacionamientos*

En diciembre del 2003, se publicó el acuerdo por el que se establece el programa de control de estacionamiento en las vías públicas del Distrito Federal, en el que se señala que la calidad de vida en la Ciudad exige se tomen medidas eficaces para resolver la problemática vial actual, tales como el mejoramiento de las condiciones de operación y capacidad vial, y para lograrlo, es importante optimizar los espacios de estacionamiento en la vía pública, con todo lo cual se incremento la velocidad de los recorridos vehiculares, se disminuyen demoras y emisiones de contaminantes, y de manera importante, también se incrementan los niveles de seguridad en razón de la sanción a los infractores y la permanente vigilancia requerida. Lo que nos hace tomar en cuenta de que la falta de espacios en los estacionamientos, es un problema en toda la ciudad, según la SETRAVI, el problema ha crecido 30% en los últimos cuatro años, debido a un crecimiento en el parque vehicular de 230 mil autos al año.

---

<sup>4</sup> Gaceta UNAM, 16 de marzo de 2006.



Figura 3.6 Localización de Estacionamientos en servicio en la zona de estudio, noviembre 2006

Para el caso de estacionamientos, la UNAM proporcionó este servicio a 2.6 millones de vehículos, actualmente se cuenta con un total de 58 estacionamientos controlados de los cuales 23 son de cuota y 35 gratuitos, aunado a lo anterior, existen también 75 estacionamientos no controlados. Los horarios en los que operan varían dependiendo de la ubicación de cada uno. Por lo general, dan servicio de las 6:30 a las 21:00 hr, de lunes a viernes. De estos estacionamientos, 25 se encuentran en la zona de estudio. Se localizan según la figura 3.6 y se detallan en la tabla 3.4.

ID	Dependencia	Tipo		Capacidad (cajones)
		Usuarios	Estacionamiento	
E1	Facultad de Psicología	Todos	Controlado de cuota	98
E2a	Facultad de Derecho	Alumnos	Controlado de cuota	214
E3	Facultad de Economía	Todos	Sin control	104
E4	Facultad de Filosofía y Letras	Todos	Controlado de cuota	466
E5	Facultad de Derecho	Profesores y administrativos	Controlado gratuito	87
E6	Facultad de Economía	Profesores y administrativos	Controlado gratuito	100
E7	Torre de Humanidades	Todos	Controlado de cuota	294
E8	Facultad de Medicina	Todos	Controlado de cuota	176
E9	Facultad de Medicina	Todos	Controlado de cuota	201
E10	Rectoría	Todos	Sin control	30
E11	Zona Comercial	Todos	Controlado de cuota	299
E12	Facultad de Arquitectura	Profesores y administrativos	Controlado gratuito	123
E13a	Facultad de Arquitectura	Alumnos	Sin control	76
E13b	Facultad de Ingeniería	Profesores y administrativos	Controlado gratuito	110
E14a	Facultad de Ingeniería	Todos	Controlado de cuota	377
E14b	Diseño Industrial	Todos	Controlado de cuota	60
E14c	CELE	Profesores y administrativos	Controlado de cuota	99
E15	Facultad de Química	Todos	Sin control	388
E16 E17	Instituto de Investigaciones Biomédicas	Profesores y administrativos	Controlado gratuito	48
E16 E17	Postgrado de Química	Profesores y administrativos	Controlado gratuito	42

ID	Dependencia	Tipo		Capacidad (cajones)
		Usuarios	Estacionamiento	
E18	Instituto de Psiquiatría	Profesores y administrativos	Sin control	30
E19 E20	Centro de Servicios Médicos	Personal	Controlado gratuito	75
E21	Alberca Olímpica	Todos	Sin control	192
E22	Facultad de Ingeniería	Todos	Sin control	275
E23	Instituto de Ingeniería	Profesores y administrativos	Controlado gratuito	159
E24	Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas	Profesores y administrativos	Controlado gratuito	106
E25	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Todos	Sin control	98

Tabla 3.4 Relación de estacionamientos referidos

El problema encontrado en la operatividad es el escaso respeto de los espacios destinados al estacionamiento, lo que puede en menor medida disminuir la capacidad de los mismos, en algunos de ellos encontramos sobrecupo, principalmente en los que carecen de control al acceso o cuota. En algunos otros, como el de la Facultad de Química, se utilizan espacios de tránsito y banquetas.

## *CAPÍTULO 4*

# *GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS*

## CAPÍTULO 4.

# GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo retomaré los estudios realizados para el diagnóstico de movilidad en Ciudad Universitaria, para así dar paso a las alternativas de solución, motivo del presente trabajo.

Los problemas de movilidad como ya lo he mencionado, existen tanto en Ciudad Universitaria como en su entorno perteneciente a la Ciudad de México, por lo que no podemos pasar por alto los esfuerzos que las autoridades universitarias han hecho para el mejoramiento de la movilidad, y que en este trabajo se deben tomar en cuenta desde un punto de vista crítico y con tendencia a la mejora continua.

Debo mencionar que el problema de movilidad en Ciudad Universitaria no solo es multifactorial, si no que no es continuo, a lo largo del día, de la semana ni del año. Por lo que el tratamiento del mismo para su solución, no puede ser puntual.

En este capítulo se analizarán entonces, las zonas de conflicto localizadas, y se expondrán las diferentes alternativas, para dar paso a la evaluación de las mismas en el capítulo siguiente.



Previo a la exposición de alternativas, vale la pena enfatizar sobre los problemas encontrados y a los que queremos encontrar solución, estos son:

- Intersecciones
  - Vehículos - vehículos (intersecciones)
  - Vehículos - peatones (pasos peatonales)
  - Vehículos - ciclistas
- Estacionamientos

Recordando que el presente trabajo tiene como fin analizar la funcionalidad del sistema vial en su principal motivo, movilidad y accesibilidad. Y particularizando en la movilidad, dado que por la naturaleza de la Ciudad Universitaria, la accesibilidad no tiene mayor problema.

Las principales zonas de conflicto en CU se hayan en la zona norte, frente a las facultades de Economía, Derecho y Filosofía, mismas que tienen mayor demanda vial, aún cuando en el análisis de demanda se tiene que la Facultad de Contaduría y Administración es la de mayor población, y para tal caso habría que desarrollar un análisis completo para determinar alternativas de solución en su caso.

Bajo nuestro objetivo, que es mejorar la movilidad en los Circuitos Interior y Escolar en CU, y partiendo del análisis en la zona de conflicto, nos encontramos con tres situaciones críticas que generan el conflicto vial, y estas son:

- El congestionamiento vial
- La baja oferta de estacionamientos
- La interacción vehículos - peatones

Para cada uno de estos escenarios se plantearán alternativas de solución específicas que en conjunto nos llevarán a la solución, cada parte respondiendo a cada uno de los escenarios que generan el problema.

#### 4.1. *Alternativa 1. Liberación de vialidades*

Como el principal problema de la movilidad vial es el espacio destinado a ello, es primordial que se liberen las vialidades utilizadas como estacionamiento detalladas en la figura 2.13, del capítulo dos. Lo que nos lleva a analizar el tipo de usuarios que utilizan las vialidades como estacionamiento, y estos son:

- Estudiantes, académicos, administrativos o usuarios de las facultades cercanas que no utilizan estacionamientos controlados (de cuota).
- Usuarios de las instalaciones de CU, en las facultades o institutos cercanos que requieren espacios de estacionamiento momentáneos.
- Personas ajenas a la UNAM que tienen sus centros de trabajo cercanos a CU y aprovechan las instalaciones de la misma para evitar el pago en un estacionamiento público.



Imagen 4.1 Situación crítica que obliga a buscar soluciones en movilidad

Es necesario puntualizar que para éste análisis se parte de la idea de liberar las vialidades de vehículos estacionados, aplicando medidas rígidas e intolerantes, y lo que sigue es verificar que línea siguen los usuarios que hacían uso de las mismas.

Partimos entonces de la premisa de que al liberar las vialidades de la zona de conflicto de los vehículos estacionados, se aumenta la capacidad vial del sistema y por lo tanto mejorarán tiempos y velocidades de recorrido, y se evitarán escenarios como los mostrados en la imagen 4.1.

Habrá que considerar también que se tiene que buscar solución para los usuarios de CU y no para las personas ajenas que utilizan las instalaciones (tercer tipo de usuarios), y que la solución del mismo será evitando el uso de las vialidades como estacionamiento y de alguna manera controlar el acceso a los estacionamientos para que solo los usuarios de CU sean los ocupantes.

Cabe aclarar que aún cuando se ha identificado que existen usuarios de las instalaciones de CU que son ajenos a las actividades de la misma, no es posible determinar el impacto en la movilidad tras su retiro, pues el tratar de determinarlo conllevaría tiempos y costos considerables, y no aseguraría la solución del problema. Por esta razón es necesario aplicar el programa de solución por etapas.

Como se ha dicho con anterioridad, los conflictos del tránsito no tienen un comportamiento constante a lo largo del día, ni de la semana. Por lo que se toman los datos de la situación más crítica y esta es considerando el mayor volumen presentado de automóviles que pretenden transitar por el área de estudio. Estos datos están reportados en la tabla 3.3.

Para atender la problemática del primer tipo de usuarios, revisaremos de acuerdo a lo planteado en el capítulo uno, la demanda de las instalaciones por facultad, a través del número de usuarios de éstas, considerando que el número de alumnos nos da una idea aproximada de la demanda en las facultades que se encuentran en la zona de estudio.

El problema del uso de vialidades como estacionamiento no es el problema en sí del fenómeno de tránsito, ya que los usuarios afectados por el uso de estos espacios

tienen otro destino y la zona de conflicto puede ser solo el paso obligado para llegar a su destino.

La medida en que mejora la movilidad es estadística y esta se observa a partir del análisis de aforos vehiculares, relacionándolo con la capacidad vial, por lo que tenemos en la tabla 2.4, las condiciones iniciales de niveles de servicio.

Para llevar a cabo esta medida de solución, es necesario implementar acciones severas hacia los usuarios, tal como el uso de arañas inmovilizadoras, o bien, el retiro de vehículos infractores por medio de grúas, hacia lugares incluso fuera del campus.

Además sería necesario colocar señalamiento horizontal y vertical a lo largo de las vialidades en donde se prohibirá el estacionamiento, y para conocimiento de los usuarios de las mismas.

#### *4.2. Alternativa 2. Aumento en la oferta de espacios de estacionamiento*

Si volvemos a las bases teóricas del transporte, son tres los elementos básicos que componen la planta física de este modo terrestre: el vehículo, la vía y la terminal, en este caso la terminal es un espacio "exclusivo" que determina el comienzo o el final de un determinado viaje. En el entorno urbano actual, este problema es reiterativo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y otras urbes populosas, no es opción la disminución en el número de unidades vehiculares, pues aumenta año con año este número de vehículos, y que, para el caso, lo ideal sería controlar la edad de la flota vehicular que en la Ciudad de México es de 14 años<sup>1</sup>. Por lo que debemos enfocarnos en satisfacer la demanda de estos espacios.

Como primera medida, y no resolutoria sino necesaria, para mejorar la movilidad en la zona de estudio se propone que los espacios ya existentes en los 24 estacionamientos (controlados y no controlados) que se encuentran dentro de la zona de estudio se

---

<sup>1</sup> Dato según AMDA (Asociación Mexicana de Distribuidores de Automoviles, 2007).

modernicen y optimicen, esta medida podría elevar su capacidad de operación desde un 15% y hasta un 25% de la actual, aún con esto sería necesaria la construcción de un nuevo espacio exclusivo, y siendo que la forma horizontal de esta, ya no es suficiente, se debe de pensar en soluciones verticales para el fin.



Imagen 4.2 Situación típica en el uso de los estacionamientos dentro del campus, se pueden observar vehículos estacionados fuera de las zonas especificadas

Además del sobrecupo en los estacionamientos dentro de la zona de conflicto, como lo muestra la imagen 4.2, tenemos escenarios de vehículos estacionados a lo largo de las vialidades, en ambos lados se cada vía, como lo muestra la figura 2.10. Por lo que se vuelve necesario tener un estacionamiento satélite o concentrador para satisfacer esta demanda, y este puede ser el del Estadio Olímpico.

Para que el estacionamiento del Estadio Olímpico pueda responder a la demanda, es necesario centrar acciones de rehabilitación del pavimento, señalización horizontal y vertical e instalación de tecnologías de información para el control de entrada y salida de vehículos.

Al tratarse de un estacionamiento satélite, será necesario implementar una ruta de transporte gratuito como las que están en funcionamiento, para llevar a los usuarios del mismo hacia sus destinos originales.

Aún con la puesta en funcionamiento del estacionamiento remoto en el Estadio Olímpico, llegará un momento en el que será necesario que se trabaje en los espacios disponibles en cada dependencia o facultad, pues la demanda crecerá año con año, a menos que en la Ciudad de México se implementen programas y vialidades para el transporte público, para que este supere en eficiencia y comodidad al usuario del automóvil particular, y entonces lo prefiera.

#### *4.3. Alternativa 3. Separación de espacios de usuarios mediante puentes peatonales*

Tal y como ha sido mencionado en el capítulo anterior, uno de los conflictos en el tránsito es el producido por la interacción de vehículos con peatones. Cabe señalar que CU no cuenta con dispositivos externos de control de tránsito como semáforos, que debido a la configuración del sistema de vialidades en CU no son necesarios ya que se trata de un sistema de circulación continuo, sin embargo debido al cruce entre vehículos y peatones en los puntos señalados en la figura 3.5, resulta necesario separar los espacios de tránsito de estos dos tipos de usuarios, como se hizo en los alrededores del Metro CU, con un puente elevado para peatones y ciclistas, mostrado en la imagen 4.3.

Es importante recalcar que tanto los vehículos como los peatones, usuarios del sistema vial de CU, interactúan en los puntos críticos ya localizados, pero para los vehículos no hay espacio suficiente para que estos circulen, inicien o finalicen su viaje.

El uso de semáforos peatonales no es la mejor opción, porque tanto los vehículos como los peatones coinciden en las horas de máxima demanda, y se requerirían

sofisticadas Tecnologías de Información para que la instalación de semáforos peatonales llegara a funcionar de manera eficiente.

La construcción de uno o más puentes peatonales deben responder entonces a la solución del conflicto localizado, por lo que de acuerdo con la figura 3.5, esto sería en los puntos ③, ④ y ⑤, que coinciden con accesos secundarios a CU. Otro problema es que la vialidad es más estrecha que en el resto del Circuito Interior, por lo que se deben concentrar los esfuerzos en esta parte.



Imagen 4.3 Construcción del primer puente elevado peatonal dentro de las instalaciones de CU, éste fue inaugurado en marzo 2007

Se propone que se construyan dos puentes peatonales sobre los puntos ④ y ⑤, que es donde hay mayor número de peatones interrumpiendo el flujo vehicular.

Como conclusión de la presentación de alternativas, vale la pena exponer un poco las últimas acciones realizadas por las autoridades universitarias, a principios del 2007, y posteriores al planteamiento de este tema de tesis, por lo que se tendría que hacer un nuevo análisis de movilidad después de que la curva de aprendizaje de la nueva forma de tránsito se establezca, y para el caso de la Ciudad de México, se aplique el nuevo reglamento de tránsito, así como también se dé inicio a las obras de ampliación del Metrobus y por supuesto a su puesta en marcha.

No obstante las alternativas de solución mencionadas pueden llevarse a cabo de manera conjunta, ya que estas están planteadas de manera individual y ante un punto específico, lo cual puede solucionar parte del problema pero no debemos olvidar su carácter sistémico, y una vez analizadas y llevadas a cabo, estas estrategias de solución, el comportamiento del sistema cambia, por lo que se pueden presentar nuevos tipos de conflictos.

Por esta razón, la combinación de las alternativas generadas nos proporcionará el mejor panorama para la movilidad en Ciudad Universitaria, aún cuando la demanda aumente, sin embargo, se debe tener en cuenta que los recursos para la implementación de éstas son limitados, y que en algunos casos se requiere de infraestructura vial, lo que crea una problemática temporal, y la necesidad de mayores recursos económicos, por lo que debemos centrarnos en aquella que nos otorgue el mayor beneficio y menor costo, esto es, la óptima, que será determinada con una evaluación de las mismas, motivo del capítulo siguiente.



## *CAPÍTULO 5*

# *EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS*

## CAPÍTULO 5.

# EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de alternativas tiene el fin de implementar la solución más adecuada a los problemas encontrados a partir de las alternativas planteadas, para esto se hace una crítica selección de las ventajas y desventajas dada la aplicación de cada una de estas alternativas, de manera objetiva, para que así se tome la medida que resuelva el problema de manera óptima.

En este capítulo se analizarán las alternativas de solución planteadas en el capítulo anterior, no olvidando que los problemas de movilidad se resuelven de manera integral y no puntual, que debido a la naturaleza del fenómeno de tránsito, las propuestas de solución deberán ejecutarse de manera conjunta y por etapas.

Por esta razón, de la evaluación de alternativas obtendremos las medidas de solución de acuerdo a su prioridad.

Para la correcta evaluación de alternativas es necesario definir los criterios de decisión de las ventajas y desventajas, de aplicación de las mismas.

Estos criterios serán en función de las mejoras que proporcionen cada una de las alternativas, para los usuarios que fueron definidos en el capítulo anterior, que si bien el análisis de la situación crítica se hizo solo para una zona específica, esta se puede tomar de base para los Circuitos Exterior y de la Investigación Científica, debido a su carácter sistémico.

Sabemos que el sistema vial universitario tiene tres tipos de usuarios, que son los automovilistas, los peatones y los ciclistas, de estos, como ya se ha mencionado, nos enfocaremos al los usuarios vehiculares:

- Estudiantes, académicos, administrativos o usuarios de las facultades dentro de la zona de estudio.
- Usuarios de las instalaciones de CU, en las facultades o institutos cercanos a la zona de estudio.
- Personas ajenas a la UNAM que tienen sus centros de trabajo cercanos a CU y aprovechan las instalaciones de paso o para estacionamiento.

Los criterios de evaluación contemplaran que para todos los usuarios se satisfagan las necesidades de movilidad y accesibilidad, tanto en tiempo como en costo. El costo en este caso será indirecto, reflejado principalmente en el ahorro de tiempo en traslados y así, en horas - hombre no desperdiciadas en los mismos.

Estos criterios entonces serán:

- Costo de implementación.
- Tiempo de aplicación.
- Afectaciones que puede generar durante la aplicación.
- Beneficio de operación.

Quedando entonces:

Alternativas	Implementación			Operación
	Costo	Tiempo	Afectaciones	
1. Liberación de vialidades.	Las actividades necesarias para el acondicionamiento de las áreas de no estacionarse. Adquisición de dos grúas para retiro de vehículos infractores. Personal encargado de vigilar las vialidades, así como operadores de grúas. Personal para administrar el sitio de depósito de automóviles.	Una vez que los espacios sean señalizados para evitar el estacionamiento de vehículos.	Tendrían que buscar nuevos sitios para estacionar sus vehículos. Para los usuarios infractores, tiempo que tardaría en recuperar su vehículo.	Mejorarían los tiempos de traslado al atravesar por las zonas de conflicto para llegar a su destino, siendo usuarios de paso.
2. Aumento en la oferta de espacios de estacionamiento.	Acciones de modernización de estacionamiento de Estadio Olímpico.  Implementación de rutas de transporte interno gratuito que movilice a los usuarios del mismo hacia el lugar de destino original, incluyendo autobuses, operadores, y construcción de paraderos.	Una vez que se haya acondicionado para los usuarios universitarios y visitantes.  El necesario para informar a la comunidad universitaria de las nuevas rutas, y el tiempo que estos se acostumbren al cambio.	Mínimas pues el área de acondicionamiento para la modernización del estacionamiento del Estadio Olímpico, se encuentra lejos de la zona de conflicto.  Temporales en la vialidad debido a la construcción de los paraderos.	La demanda de espacios de estacionamiento sobre vialidades se desplaza a otro lugar por lo que las mismas quedarían libres para la circulación.  El transporte eficiente, compensará el tiempo que los usuarios invierten en el traslado Estadio - Zona Escolar.
3. Separación de espacios de usuarios mediante un puente peatonal.	La infraestructura misma del puente peatonal.	De las actividades de construcción del puente.	Las vialidades estarían afectadas durante el proceso constructivo.	Las vialidades no serían interrumpidas por el cruce de peatones.

La matriz de decisión anterior es meramente cualitativa, ya se ha mencionado que al tratarse de un sistema, la solución debe darse en conjunto, por lo que las alternativas planteadas solucionan un problema a la vez, la totalidad depende de la implementación de todas en conjunto, pero esto debe ser por etapas.

Para cada criterio de evaluación, daré una puntuación de 1 a 3, donde uno será la mejor alternativa, para cada caso, y la de prioridad de implementación será la que tenga una menor puntuación.

Alternativa	Implementación			Operación	Total
	Costo	Tiempo	Afectaciones	Beneficios	
1. Liberación de vialidades.	1	1	2	1	5
2. Aumento en la oferta de espacios de estacionamiento	3	3	1	2	9
3. Separación de espacios de usuarios mediante un puente peatonal.	2	2	3	3	10

De acuerdo con lo anterior, la mejor alternativa de solución es la que involucra la liberación de vialidades, sin embargo, ésta no se puede llevar a cabo de manera aislada, pues no se puede prohibir el estacionamiento en las vialidades sin ofrecer espacios alternos para satisfacer la necesidad.

Aún cuando la alternativa uno nos proporcionará mayores beneficios debemos implementarla junto con la segunda, a pesar de sus costos de operación, pues se vuelve necesaria ya que de lo contrario desplazaríamos el problema a cada uno de los estacionamientos de la Zona Escolar, haciéndolos intransitables y generando nuevos problemas sobre las vialidades.

Así mismo, la generación de nuevas rutas de transporte interno queda necesariamente implicada en la operación del estacionamiento remoto, pues se requiere para llevar a los usuarios del mismo a sus destinos originales. La solución entonces se detallará en el capítulo siguiente, tomando en cuenta la implementación de dos de las alternativas propuestas en el capítulo anterior. Y dejando un gran problema pendiente, que es la interacción de peatones con vehículos.

## *CAPÍTULO 6*

# *PROPUESTA CONCRETA Y DETALLADA DE SOLUCIÓN*

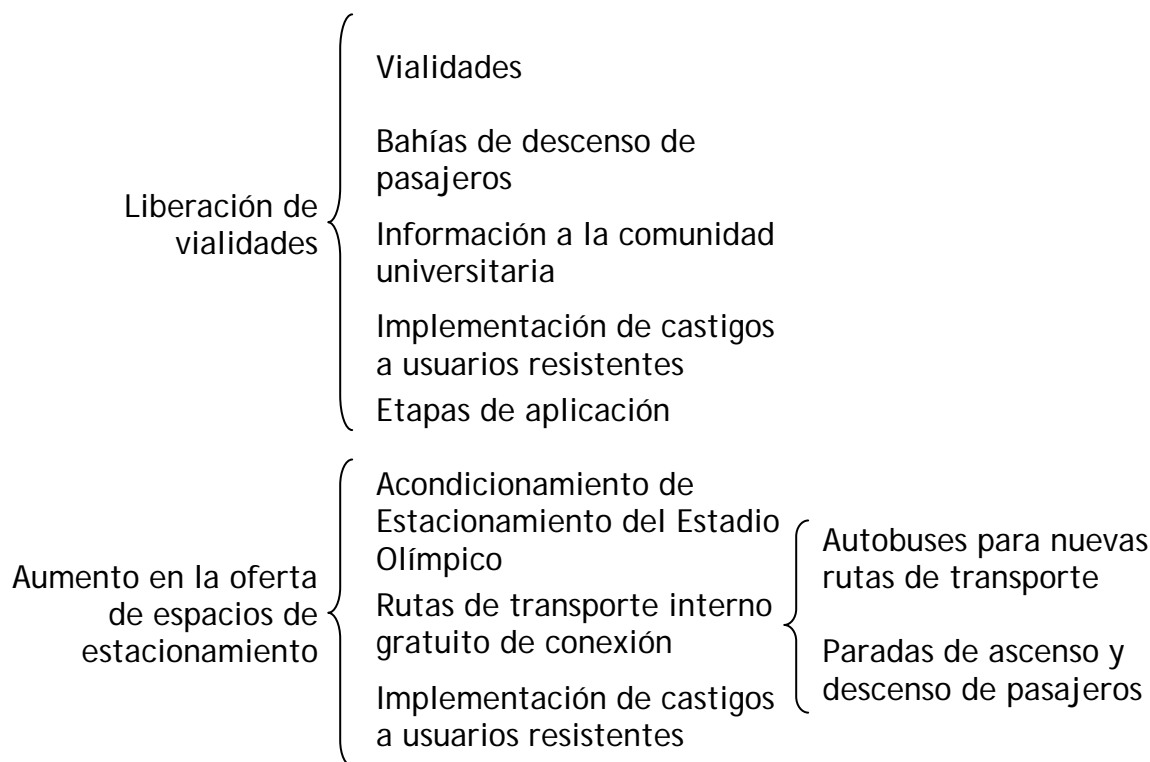
## **CAPÍTULO 6.**

### **PROPUESTA CONCRETA Y DETALLADA DE SOLUCIÓN**

Finalmente llegamos a la parte medular de este trabajo de tesis, detallar la propuesta de solución, para esto es importante resaltar que aún cuando nos centramos en una zona conflictiva, los cambios que en esta se tenga lugar, afectarán al resto del sistema vial.

He de recalcar que las soluciones propuestas, solucionan el problema de la condición inicial, sin embargo, también modifica el fenómeno de tránsito, como sucede generalmente con estos fenómenos; al tratarse de sistemas complejos no reduccionistas, la implementación de la solución genera otro tipo de problemas, por lo que, cuando se han completado las fases de solución, las condiciones han cambiado y se tienen que considerar como una nueva condición inicial, es por esto que tenemos un proceso continuo de estudio de las problemáticas e implementación de soluciones.

Para el mejor entendimiento de ésta propuesta de solución, se dividirá en dos escenarios diferentes que permitirán la aplicación de la propuesta, estas son:



Para cada uno de estos escenarios, que son parte del conjunto se describirán los elementos de tránsito, tales como el usuario, los dispositivos de control, y el medio ambiente en general, para el vehículo, obviaremos que se trata de automóviles desde clase mini a full-size<sup>1</sup>.

### *Vialidades*

Los dispositivos de control de tránsito son sumamente importantes para la funcionalidad del sistema vial, y estos son señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo. Indican a los usuarios las precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación y las

<sup>1</sup> La clasificación de vehículos es de acuerdo con la ACRISS (Association of Car Rental Industry Systems Standard) que contempla sólo autos de uso particular.



informaciones (guías) estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carretera.

Las vialidades de Ciudad Universitaria dentro de la zona localizada que queremos liberar, deberán señalizarse de forma drástica, con un color rojo y con avisos reiterativos de “NO ESTACIONARSE” tanto de forma horizontal como vertical. De forma horizontal será sobre las guarniciones de las banquetas, y vertical, con letreros convencionales restrictivos, que cubran los siguientes requisitos:

- Satisfacer la necesidad de información para el usuario.
- Llamar la atención.
- Transmitir un mensaje simple y claro.
- Imponer respeto a los usuarios de las vialidades.
- Estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo de reaccionar.

Para evitar los casos típicos de vehículos obstruyendo el flujo vehicular al bajar o subir a una persona, el carril derecho será de uso exclusivo para el transporte interno gratuito, siendo confinado por medio de boyas metálicas para vialidad como la mostrada en la imagen 6.1.



Imagen 6.1 Boya metálica utilizada para separación de flujos vehiculares

En algunos casos, será necesaria la rehabilitación del pavimento, previo a la instalación de las boyas metálicas, para evitar los trabajos dobles. Se sugiere esto se haga con pavimento hidráulico, ya que requiere de una estructura con menor espesor y tiene una mayor vida útil que el pavimento asfáltico.

Estos cambios físicos en la vialidad que requieren de trazo y trabajos sobre las mismas se sugiere se hagan dentro de un periodo intersemestral en el cual la actividad escolar entra en receso y permitirán el libre uso del espacio para la ejecución de los trabajos.

### *Bahías descenso de pasajeros*

De acuerdo con el estudio de aforos vehiculares realizado en octubre - noviembre de 2006 para fines del desarrollo de este tema de tesis (anexo 2), tenemos que a lo largo del día circula un número significativo de taxis, el cual debemos considerar ya que por lo general tienen un destino final dentro de Ciudad Universitaria, así como también tenemos vehículos particulares de paso, es decir, que llevan a personas al campus pero no permanecen en él.

Es necesario separar a este tipo de usuarios, tanto de las vialidades de circulación, como del paso del transporte interno gratuito y esto será por medio de bahías exclusivas para descenso de pasajeros, permitiendo el estacionamiento temporal.

Estas bahías deberán cumplir con los requisitos de señalización mencionados para las vialidades, así como el espacio adecuado para que un pasajero de taxi o vehículo particular pueda hacer el descenso, y también para que éste atraviese la vialidad de ser necesario o bien ingrese a la facultad o dependencia de destino. Una de estas bahías puede observarse en la imagen 6.2.

Estas bahías de descenso de pasajeros, al estar fuera de la vialidad y del paso del transporte interno gratuito, genera pequeños viajes para atravesar la vialidad y por

esto es necesario dirigirnos a estos peatones para que crucen las vialidades en la zona especificada, así no interrumpir el tránsito y evitar accidentes.



Imagen 6.2 Bahías para descenso de usuarios de autos particulares y taxis, febrero 2007

### *Información a la comunidad universitaria*

El éxito de cualquier programa de modificación de conductas, más si se trata de costumbres tan arraigadas y repetitivas en la Ciudad de México, radica en que los usuarios estén bien informados de las nuevas indicaciones, para que éste tome una decisión primero de origen (utilizar o no vehículo) y después de respetar las nuevas reglas de operación (hablando del caso de nuevas disposiciones para el uso de instalaciones de Ciudad Universitaria).

La comunidad universitaria cuenta con acceso a medios electrónicos como es el Internet y por lo tanto, correo electrónico, además que en cuestión virtual es localizable por medio de las Secretarías de Servicios Escolares de cada dependencia o Facultad, por lo que podemos valernos de éste medio para hacer llegar la información de nuevas disposiciones a los usuarios de las vialidades de Ciudad Universitaria.

Para el caso de personas ajenas a la comunidad universitaria, los no localizables de manera virtual, se debe hacer una fuerte labor de volanteo, a toda persona que se encuentre de paso tanto peatones como automovilistas, adicionalmente capacitando a personal de auxilio para la orientación e invitación inmediata a usuarios resistentes a seguir las nuevas disposiciones de operación vial de Ciudad Universitaria. Siendo clave el inicio de cada año escolar, pues se integran nuevos usuarios universitarios procedentes de otros campus, CCH's, o preparatorias.

Es así como se inició por parte de la UNAM un programa integral de movilidad en febrero de 2007, con la publicación de los "Lineamientos de Seguridad para la Operación del Sistema de Transporte y Vialidad, dentro de Ciudad Universitaria"<sup>2</sup> en el cual restringe el acceso a los Circuitos Interior y Escolar solo a vehículos particulares y transporte interno gratuito:

LINEAMIENTOS DE SEGURIDAD PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE  
TRANSPORTE Y VIALIDAD DENTRO DE CIUDAD UNIVERSITARIA  
CONSIDERANDO

Que la Universidad Nacional Autónoma de México es un organismo descentralizado del Estado, dotada de

plena capacidad jurídica y que tiene por fines, impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura.

Que por decreto del Presidente de la República, de fecha 11 de julio del 2005, el conjunto arquitectónico conocido como Ciudad Universitaria fue declarado monumento artístico, lo cual compromete a todos los integrantes e la comunidad de nuestra casa de estudios a preservar el valor artístico y estético del campus, por lo que existen restricciones de construcción y modificación de su estructura actual.

Que el incremento del parque vehicular que transita o permanece estacionado en la red vial de Ciudad Universitaria ha generado conflictos en sus vías de circulación que afectan a la comunidad con la consecuente aglomeración, retraso de las actividades y aumento de la contaminación ambiental, sonora y

visual.

Que por razones de seguridad y funcionalidad es necesario que la comunidad cuente con una vialidad vehicular eficiente, óptima y organizada para la pronta respuesta de los servicios de emergencia, médicos, del H. Cuerpo de Bomberos de esta Universidad y de Auxilio UNAM en casos de contingencia.

Que la Comisión Especial de Seguridad del Consejo Universitario y otras autoridades e instancias universitarias han tenido conocimiento del grave problema de congestión en el conjunto de los circuitos que conforman la red vial de Ciudad Universitaria, considerándolo un asunto que requiere urgente e integral solución, por lo que se ha realizado el análisis y formulación de propuestas que permitan optimizar los flujos de circulación y con ello coadyuvar al desarrollo de la vida institucional.

Que en respuesta a esta demanda, nuestra Universidad requiere de un Plan Integral de vialidad, en el cual se incorporarán acciones concretas

<sup>2</sup> Publicado en Gaceta UNAM el 8 de febrero de 2007.

sustentadas en rigurosos estudios de planeación urbana para establecer un sistema de transporte y vialidad. El Plan Integral busca mejorar la vialidad y proporcionar un sistema de estacionamiento vehicular y de transporte interno moderno y eficaz.

Que para hacer factible este importante esfuerzo institucional es fundamental la participación corresponsable de todos los miembros de la comunidad universitaria.

Que para asegurar la operación exitosa del sistema, es necesario establecer Lineamientos de seguridad para su Operación, los cuales deberán tener una amplia difusión para su conocimiento y con ello facilitar su cumplimiento.

Que acorde con lo establecido en el artículo 3°, fracción VII, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, las universidades y demás instituciones de educación superior a las que la ley otorgue autonomía, tendrán la facultad y responsabilidad de gobernarse a sí mismas y administrar su patrimonio.

Que la Universidad, en ejercicio de su atribución de autogobierno y administración de su patrimonio, está facultada conforme a lo previsto en el artículo 2°, fracción I, de la Ley Orgánica, para organizarse como lo estime mejor, para ello el Consejo Universitario, acorde a lo señalado en la fracción I del artículo 8° de dicha Ley, esta facultado para

expedir todas las normas y disposiciones generales encaminadas a la mejor organización y funcionamiento técnico, docente y administrativo de la Universidad.

Que el Consejo Universitario tiene la capacidad para trabajar en pleno o en comisiones, mismas que podrán ser permanentes o especiales. Las comisiones especiales son las que el Consejo designe para estudiar, dictaminar, recomendar y establecer lineamientos, procedimientos y reglamentaciones en asuntos de su estricta competencia.

Que la Secretaría de Servicios a la Comunidad Universitaria, en ejercicio de las funciones delegadas a través del Acuerdo que Reestructura la Administración Central para Fortalecer el Proceso de Reforma Universitaria, en relación con el Acuerdo que Reorganiza la Secretaría Administrativa de la Universidad Nacional Autónoma de México, publicados en Gaceta UNAM el 5 de enero de 2004 y el 15 de noviembre de 2001, respectivamente, por conducto de la Dirección General de Servicios Generales, está facultada para coordinar y controlar la vialidad vehicular en Ciudad Universitaria.

Que en atención al conocimiento y conformidad de la instancia competente, la Comisión Especial de Seguridad del Consejo Universitario, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 1° y 16, fracciones V y XI de su Reglamento, tiene a bien emitir los siguientes:

## CAPÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

1. Los presentes Lineamientos tienen por objeto establecer las normas de seguridad para regular el tránsito en la vialidad interna, andadores, estacionamientos y cualquier otro acceso o vía vehicular dentro del campus de Ciudad Universitaria.

2. Los presentes Lineamientos son de observancia general y obligatoria para los miembros de la comunidad universitaria y para toda persona que utilice la red vial de Ciudad Universitaria y, por lo tanto, coadyuvarán con las medidas preventivas y de seguridad establecidas en los mismos.

3. Para efectos de los presentes Lineamientos se entenderá por:

I. Ciudad Universitaria: área que alberga los inmuebles destinados para la docencia, investigación, difusión de la cultura, gobierno y administración de la UNAM, así como sus vialidades y la zona de la reserva ecológica del Pedregal de San

Ángel, cuya ubicación es del conocimiento público;  
II. Peatón: persona que transita en la vialidad interna del campus de Ciudad Universitaria;  
III. Persona con capacidades diferentes: persona que presenta temporal o permanentemente una disminución de sus facultades físicas, intelectuales o sensoriales;  
IV. Pasajero: persona que se encuentra a bordo de un vehículo y que no tiene el carácter de conductor;  
V. Vialidad Interna: conjunto de circuitos que conforman la red vial de Ciudad Universitaria (Circuito Escolar, Circuito Exterior y Circuito de la Investigación Científica);  
VI. Comunidad Universitaria: autoridades, profesores, investigadores, técnicos académicos, ayudantes de profesor o de investigador, alumnos, empleados y los graduados de la UNAM en términos de lo establecido por la Legislación Universitaria;  
VII. Conductor: persona que lleva a cabo la conducción de un vehículo;  
VIII. DGSG: Dirección General de Servicios Generales;  
IX. Intersecciones: lugares en donde se unen o convergen dos o más vías del circuito universitario;

X. Lineamientos: Lineamientos de Seguridad para la Operación del Sistema de Transporte y Vialidad dentro de Ciudad Universitaria;

XI. Vehículo: todo medio con motor u otra forma de propulsión, que se usa para transportar personas o carga, y;

XII. Lugar prohibido: espacio físico reservado, vial, peatonal o destinado a un servicio, que establecen los señalamientos instalados por la DGSG.

4. La DGSG será la instancia competente que tendrá a su cargo la aplicación y observancia de los presentes Lineamientos.

5. Estos Lineamientos serán permanentemente difundidos, a fin de orientar a la comunidad universitaria y a los usuarios en general, para propiciar la mayor participación posible que permita el cabal cumplimiento de estas normas, para el beneficio colectivo y la seguridad de los universitarios.

6. Cualquier situación no contemplada en los presentes lineamientos será resuelta por la DGSG, de conformidad con la legislación universitaria.

## CAPÍTULO II DEL TRANSPORTE ALTERNATIVO

7. Los integrantes de la comunidad universitaria podrán hacer uso del programa "Bicipuma", sujetándose a las disposiciones ya establecidas, a través de los distintos bicicentros ubicados en el campus universitario.

8. Las bicicletas y los triciclos que transiten en el circuito escolar lo harán en el sentido marcado para la circulación; los peatones tendrán siempre derecho de preferencia de paso.

## CAPÍTULO III DE LOS PEATONES Y PASAJEROS

9. Los peatones cruzarán la vialidad interna sobre los pasos peatonales construidos, pintados y señalados para tal fin, teniendo preferencia de paso.

Evitarán cruzar los circuitos en una curva y en las entradas o salidas de los estacionamientos.

10. Los pasajeros abordarán o descenderán de los vehículos cuando éstos se hayan detenido totalmente, utilizarán las banquetas o zonas de seguridad destinadas para éste propósito y se sujetarán a las normas establecidas en los vehículos

de transporte de pasajeros.

## CAPÍTULO IV DE LA VIALIDAD Y CIRCULACIÓN

11. La velocidad máxima para la circulación en la red vial de Ciudad Universitaria será de 40 kilómetros por hora y de 10 kilómetros por hora en los estacionamientos, con excepción para los vehículos de emergencia, tales como las ambulancias de servicios médicos, bomberos y los de auxilio UNAM.

12. Dentro del campus de Ciudad Universitaria estará prohibido:

I. Estacionarse en los carriles laterales y viales de circulación en el Circuito Escolar, el cual abarca las facultades de Filosofía y Letras, Psicología, Derecho, Economía, Odontología, Medicina, Veterinaria, Química, Ingeniería, Arquitectura, Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras (CELE), Museo Universitario de Ciencias y Artes (MUCA), Biblioteca Central, Torre de Rectoría y otras instalaciones circundantes una vez que se encuentre en operación el servicio de estacionamientos controlados, que operaran en la zona aledaña al Estadio Universitario;

II. Transitar por el carril del servicio de transporte gratuito de la UNAM;

III. Recibir e impartir lecciones o realizar prácticas de manejo en las vialidades;

IV. Conducir bajo los efectos de bebidas alcohólicas, drogas, enervantes, estupefacientes o psicotrópicos;

V. Estacionar un vehículo de modo que obstruya el tránsito de otros vehículos o de los peatones;

VI. Frenar bruscamente y realizar carreras o competencias en cualquier medio de transporte o vehicular;

VII. Circular en reversa por más de 50 metros, en intersecciones o en retornos, y

VIII. Obstruir cualquier otro lugar prohibido.

13. La DGSG prestará auxilio vial respecto de aquellos vehículos que injustificadamente o por cualquier desperfecto obstruyan los lugares prohibidos, trasladando las unidades al estacionamiento ubicado en Av. del Imán número 5.

14. En el supuesto del lineamiento anterior, el personal responsable del traslado tomará las medidas necesarias para garantizar el estado en que se encuentre el vehículo, así como para facilitar su entrega, mediante la comprobación correspondiente, a su propietario o legal poseedor, quien en caso de tener alguna queja podrá acudir a la Oficina Jurídica de la DGSG para reclamar lo que a su derecho convenga.

**CAPÍTULO V  
DE LOS ESTACIONAMIENTOS Y DEL SERVICIO DE  
TRANSPORTE GRATUITO PARA MIEMBROS DE LA  
COMUNIDAD UNIVERSITARIA**

15. Los conductores integrantes de la comunidad universitaria seguirán utilizando los estacionamientos ubicados en las instalaciones del campus de Ciudad Universitaria, con los límites y medidas de control previstas para tal efecto.

Para atender el servicio de estacionamientos a quienes no encontraran lugar o espacio, estarán a disposición sin costo, los espacios de estacionamiento ubicados en la zona del Estadio Olímpico. Estos usuarios contarán con un sistema de transporte gratuito, seguro, continuo, ágil y moderno que, por dos rutas alternas, los trasladará a las instalaciones universitarias ubicadas alrededor del circuito escolar y los regresará a los estacionamientos del Estadio en las rutas y horarios establecidos.

16. Para el ingreso y salida de los estacionamientos ubicados en la zona del Estadio Olímpico, los usuarios seguirán las instrucciones respectivas que se colocarán en los accesos correspondientes, a cargo del personal de la DGSG.

**TRANSITORIO**

PRIMERO.- Los presentes Lineamientos entrarán en vigor al día siguiente de su publicación en Gaceta UNAM.

SEGUNDO.- El sistema de transporte universitario actual, continuará operando sin cambio alguno.

APROBADOS POR LA COMISIÓN ESPECIAL DE SEGURIDAD DEL CONSEJO UNIVERSITARIO DE LA UNAM EN SESIÓN DE FECHA 10 DE ENERO DE 2007 Y POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS GENERALES POR ACUERDO DE LA SECRETARÍA DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA.



Imagen 6.3 Modificaciones en el Circuito Interior de CU, enero 2007, para la puesta en marcha del programa integral de transporte y vialidad en febrero de 2007

En el periodo intersemestral 2007 (diciembre 2006 - enero 2007), se hicieron las modificaciones físicas en las vialidades como puede notarse en la imagen 6.3. Junto con el arranque del semestre se informó a la comunidad universitaria por medio de volanteo a vehículos y peatones, mantas, periódicos de circulación local, Gaceta

UNAM, y se dieron instrucciones por medio de voluntarios coordinados por el departamento de Protección Civil.



Imagen 6.4 Muestra de material repartido a la comunidad universitaria para informar sobre las nuevas disposiciones de tránsito en Ciudad Universitaria, enero - febrero 2007

La información repartida contenía información del programa, funcionamiento de nuevas rutas de transporte interno gratuito, etc, algunos ejemplos pueden observarse en la imagen 6.4. Para el caso de los vehículos esto debe hacerse desde los accesos a las vialidades de Ciudad Universitaria, como se muestra en la imagen 6.5.





Imagen 6.5 Volanteo de información de nuevas disposiciones en Av. San Jerónimo, en la zona nororiente del campus

### *Implementación de castigos a usuarios resistentes*

Aún cuando los programas implementados estén dirigidos a la buena disposición de los usuarios es necesario considerar el caso contrario, usuarios resistentes, por lo que además de que exista la información se debe crear conciencia del espacio, el tiempo y respeto por las personas que se encuentran a nuestro alrededor, no olvidemos que la mayoría de los vehículos que circulan por el campus, y así mismo los usuarios, provienen de la ZMVM en donde predomina un ambiente agresivo en lo que respecta a la circulación y respeto a la autoridad de tránsito.

Por esta razón será necesario tomar medidas de castigo hacia los usuarios resistentes, esto será primero como orientación, a través de los voluntarios, para el caso de las zonas en las que no será permitido más el estacionamiento, colocación de conos para control vehicular, y como última medida el retiro de los vehículos con grúa y la retención de los mismos por 24 horas.

Al ser el tiempo el mayor bien que se tiene en la vida universitaria, no sería necesario un cargo monetario, y al aplicar las medidas de castigo sin tolerancia, los usuarios resistentes responderán a las nuevas disposiciones. Aún con esto se espera que no se

tenga que llegar a estas medidas, pero si considerarlas por un tiempo hasta que se haya condicionado a los usuarios a las nuevas reglas.

### *Etapas de aplicación*

Aún cuando las alternativas de solución son presentadas para una zona específica, nos enfrentaremos a la alteración del sistema, este podría modificarse, trasladarse e incluso crearse problemas similares en otros puntos, por lo que, la propuesta de solución para la zona de estudio, que incluyen medidas de liberación de vialidades, aumento en la oferta de estacionamiento, y separación de espacios de usuarios peatonales y vehiculares, se debe aplicar a estas zonas de nuevo conflicto para darle una funcionalidad y movilidad requeridas para la dinámica de Ciudad Universitaria.



Figura 6.1 Etapas de aplicación de la propuesta de solución

En el caso de la liberación de vialidades es importante aclarar que la implementación de las medidas en la totalidad de las vialidades de Ciudad Universitaria no puede ser inmediata, sino por etapas, ya que estas generan demanda de espacios de estacionamiento.

Estas etapas se sugiere que sean tres, la primera centrada a la zona de mayor conflicto y esto es en los Circuitos Escolar e Interior, esta etapa debe ser la de mayor concentración y difusión, pues es la base del éxito de las siguientes, ya que nos ayudará a generar nuevas conductas de movilidad en la comunidad universitaria. La segunda, de acuerdo con la figura 6.1, abarca parte del Circuito Exterior, y la tercera, la totalidad de los Circuitos Exterior y parte del de la Investigación Científica, todas ellas con las mismas medidas de solución, es decir, confinamiento de carril para circulación de transporte interno gratuito, y con construcción de bahías para descenso de pasajeros de taxis y particulares.

#### *Acondicionamiento de estacionamientos del Estadio Olímpico*

Primero tenemos que tomar en cuenta que el estacionamiento del Estadio Olímpico se encuentra subutilizado, y sin mantenimiento. Por lo que de entrada requerirá de trabajos de rehabilitación para su uso por vehículos particulares como para autobuses del transporte interno gratuito, y peatones que utilizarán el mismo.

Sobre las condiciones del pavimento del estacionamiento, en términos generales no es muy bueno, ya que presenta fisuras y grietas por desgaste, como puede observarse en la imagen 6.6, es decir que por la falta de uso, no se le ha dado el mantenimiento adecuado y al ponerlos en funcionamiento sin previo tratamiento a algunas de estas zonas, éstas pueden presentar fases más severas de deterioro.

Por otro lado, se requerirá que las rutas de enlace del estacionamiento a la zona escolar de Ciudad Universitaria visiten la totalidad de ellos, por lo que el pavimento tampoco está preparado, por esto será necesario acondicionar la ruta del transporte

interno gratuito con pavimento hidráulico de preferencia, pues este tiene una duración mayor y requiere de menos acciones de mantenimiento.



Imagen 6.6 Condiciones del pavimento en el estacionamiento 4 del Estadio Olímpico, febrero 2007

Lo anterior concerniente al estado físico, también será necesario que se lleve a cabo la señalización correspondiente a cajones de estacionamiento, sentidos de circulación, entradas y salidas, etc.

Los estacionamientos del Estadio Olímpico que hasta entonces se identificaban de acuerdo a la puerta de acceso al Estadio, cambiaron su nomenclatura a siete estacionamientos del E1 al E8, omitiendo el cinco, En la tabla 6.1 se muestra tipo de estacionamiento y capacidad de cada uno de ellos.

Estacionamiento	Tipo	Capacidad (cajones)
E1	Estudiantes	436
E2	Estudiantes	333
E3	Visitantes	547
E4	Visitantes	185
E6	Visitantes	408
E7	Visitantes	180
E8	Estudiantes	313 <sup>3</sup>

Tabla 6.1 Capacidad de estacionamientos controlados en el Estadio Olímpico, febrero 2007

<sup>3</sup> Considerando solo el 50% de su capacidad

Los tres estacionamientos de visitantes fueron equipados con banderas de acceso, salida y módulo de pago automático, para el ágil paso por estos estacionamientos, así como rutas de transporte interno gratuito que acercan a los usuarios a la zona escolar de Ciudad Universitaria. La ubicación de todos los estacionamientos se muestra en la figura 6.2, y en la imagen 6.7, un módulo de pago.

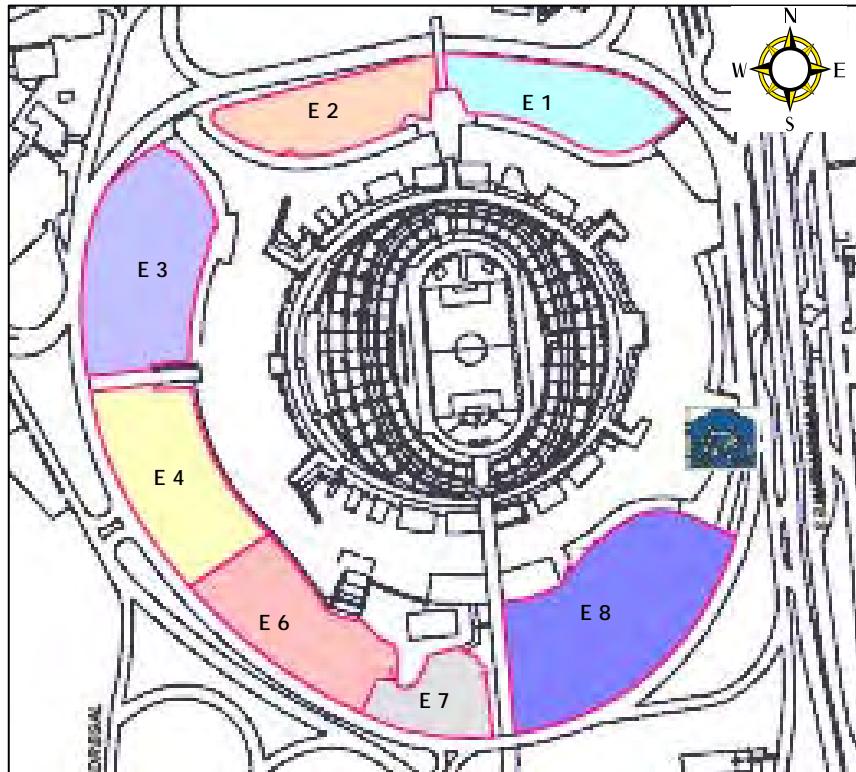


Figura 6.2 Configuración del estacionamiento del Estadio Olímpico, febrero 2007

### *Rutas de transporte interno gratuito de conexión*

Aún cuando deberíamos fomentar el uso de medios de transporte no motorizados dentro de Ciudad Universitaria, el traslado de la demanda de cajones de estacionamientos a un lugar remoto, hace indispensable el transportar usuarios de manera masiva, esto es por medio de la ampliación del ya existente transporte interno gratuito, cumpliendo para los usuarios el ahorro de tiempo.

De acuerdo con el estudio de velocidad de recorrido y demoras, elaborado en octubre de 2006 para el desarrollo de este tema de tesis, la velocidad media es de 12.24

km/h, cuando se tenían 6 rutas de transporte interno gratuito con los tiempos de recorrido mostrados en la tabla 6.2.



Imagen 6.7 Módulos de pago automático de los estacionamientos para visitantes, en el Estadio Olímpico Universitario

Ruta	Longitud (km)	Número de paradas	Tiempo de recorrido (min)
1. Circuito Interior	7.2	16	62
2. Circuito Exterior	4.2	10	36
3. Zona Cultural	7.2	15	55
4. Jardín Botánico	9.7	14	67
5. Circuito Interior	8.3	16	66
6. Estadio Olímpico	10.2	24	78

Tabla 6.2 Rutas y tiempos de recorrido del transporte interno gratuito, noviembre 2006

Con estas rutas no era posible satisfacer las necesidades de los usuarios trasladados puesto que las zonas de liberación de vialidades no tenían conexión con el Estadio Olímpico, por lo que se generaron dos rutas adicionales a las mostradas en la figura 3.2; estas rutas se muestran en la figura 6.3.

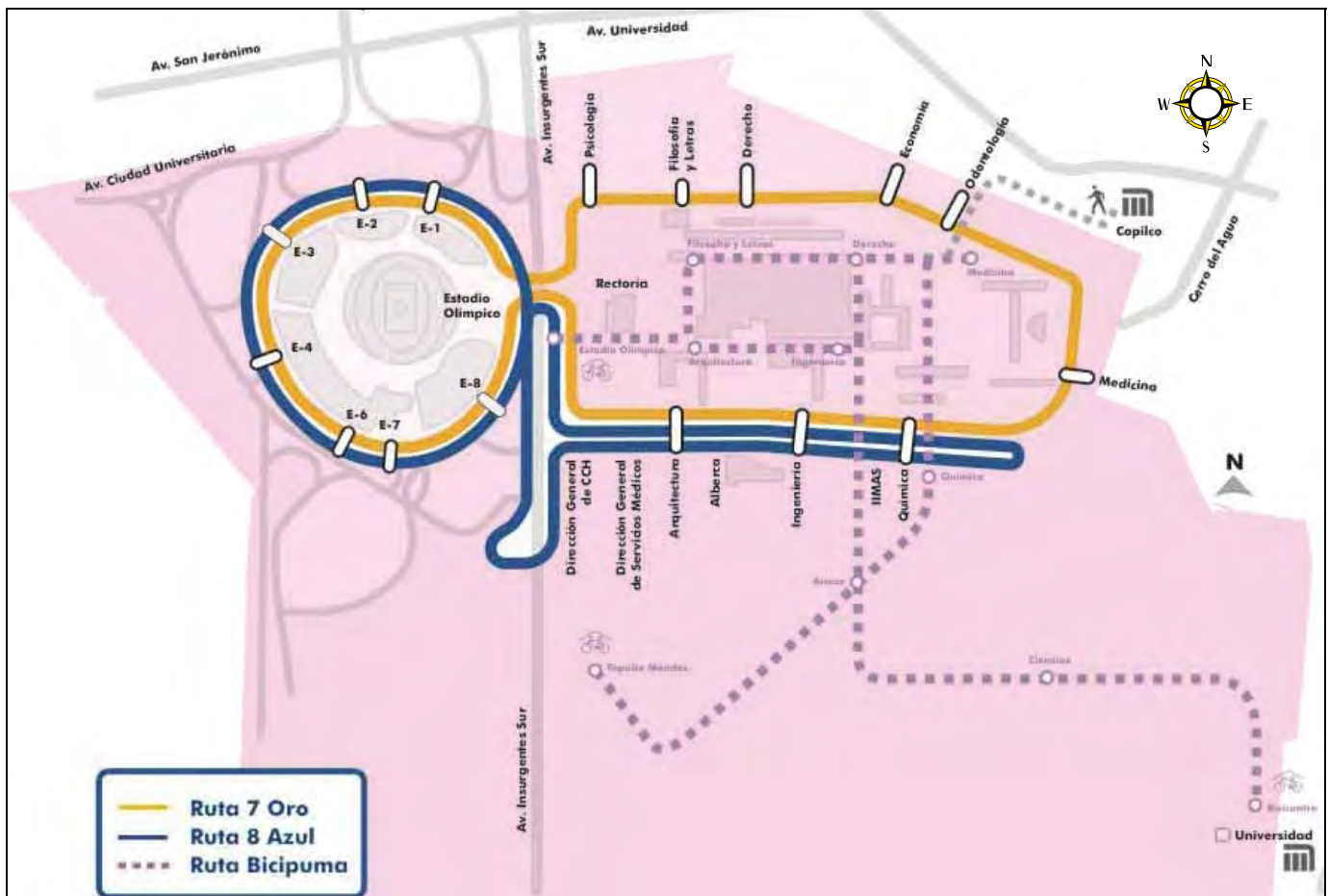


Figura 6.3 Rutas de transporte interno gratuito generadas en enero de 2007

### *Autobuses para nuevas rutas de transporte*

Para la implementación de las nuevas de transporte interno gratuito se hacen necesarios autobuses y operadores adicionales a los ya existentes, así se disminuirá el riesgo de tener un sistema ineficiente.

Para los autobuses se buscó en el mercado aquellos que cubran las necesidades específicas de operación para Ciudad Universitaria, esto es, mayor capacidad que los existentes, con motores de combustible diesel, al tener tramos de menor longitud a los convencionales de la Ciudad de México, incluso se pueden considerar aquellos que permitan a los usuarios ir mayormente de pie, esto es, con pocos asientos.

Se optó entonces por autobuses marca Mercedes Benz, de trece metros de largo de piso bajo, motores Diesel, automáticos con tres puertas, como el mostrado en la imagen 6.8, que si bien cuentan con la más alta tecnología en transporte, resultan de mayor lujo que el necesario, lo que da a la UNAM un toque de modernidad y sofisticación al alcance de toda la comunidad universitaria.



Imagen 6.8 Vehículo Mercedes Benz para servicio de la ruta 7 Oro del Pumabus, pruebas piloto enero de 2007, previo a su puesta en marcha.

### *Paradas de ascenso y descenso de pasajeros*

Para poder otorgar un servicio eficiente, para los usuarios de los estacionamientos mientras estos esperan el paso del transporte interno gratuito, es necesario construir paradas de ascenso y descenso, cumpliendo con los requisitos mínimos de comodidad, esto es la posibilidad de guarecerse del sol o la lluvia. Al generar movimiento urbano dentro de los estacionamientos, estas paradas deberán contar con contenedores de basura, mapas de localización y ruta, y para el caso de los estacionamientos para visitantes que requieren el pago de una cuota, se instalaran ahí mismo los módulos de pago automático ya antes mencionados.



Las paradas de ascenso y descenso como la mostrada en la imagen 6.9 deberán construirse una por cada estacionamiento, así como a lo largo de los Circuitos Interior y Escolar, en donde se haya generado una parada y que no contara con alguna estructura anterior. Siendo para la ruta 7 oro, Psicología y para las ruta 8 azul: Arquitectura, Ingeniería y Química.



Imagen 6.9 Proceso de modernización de los estacionamientos del Estadio Olímpico Universitario, febrero 2007.

### *Implementación de castigos a usuarios resistentes.*

Al centrar nuestra atención en la modernización del estacionamiento del Estadio Olímpico, no debemos olvidar que es necesario tomar medidas de funcionalidad y operatividad en los estacionamientos ubicados en la zona escolar, pues aún cuando las vialidades eran usadas como estacionamientos, dentro de las escuelas y facultades localizados en la figura 3.6 y descritos en la tabla 3.4, estos estacionamientos llegaban al sobrecupo en las horas pico, utilizando banquetas, retornos, y partes de los sentidos de flujo para estacionarse, lo que sin duda genera complicaciones de circulación y son focos de riesgo en caso de alguna emergencia.

Es por esto que tanto en los estacionamientos del Estadio Olímpico como en los ubicados dentro de la zona escolar, se deben de imponer castigos a los usuarios que no respeten los espacios de estacionamiento, siendo estos los de circulación, banquetas y los reservados a personas discapacitadas, esto puede ser por medio de arañas inmovilizadoras como las mostradas en la imagen 6.10.



Imagen 6.10 Araña inmovilizadora para vehículos infractores

El uso de este castigo implica necesariamente personal para la colocación y retiro de las arañas inmovilizadoras, tras el pago de la infracción.

## *CAPÍTULO 7*

# *CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*

## CAPÍTULO 7.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El crecimiento de las ciudades implica concentración de la población en lugares lejanos de los centros económicos, por lo que cada vez ascienden los viajes por personas por día, así como, los tiempos de recorrido y demoras, no olvidando que los índices de motorización son crecientes año con año.

El espacio destinado a vialidades, a diferencia de la población y los vehículos no crece, por el contrario, la demanda del mismo provoca que cada vez sea menor. La ingeniería de tránsito se encarga de optimizar estos espacios disponibles para que las vialidades cumplan con su función: movilidad y accesibilidad.

Los programas que se implementan en Ciudad Universitaria con el fin de mejorar la movilidad, a diferencia de la Ciudad de México, tienen su principal éxito en la colaboración de la comunidad universitaria, de poder contar con esta disponibilidad en

el resto de la ciudad, tendríamos menos problemas de tránsito ya que estos se complican cuando los usuarios dejan de respetar los reglamentos de tránsito.

Las medidas de solución a las problemáticas de movilidad implementadas en Ciudad Universitaria, resultan adecuadas y exitosas para la zona que en un principio era conflictiva, y como sucede con los fenómenos de tránsito, los conflictos, se trasladaron, modificaron o bien se crearon nuevos en otras zonas del sistema vial universitario.

Siendo el principal objetivo de este tema de tesis, la integración de los elementos de tránsito, es importante centrar parte de estos programas en conjunto con los peatones, ya que siguen siendo factor de riesgo y conflicto en el funcionamiento del sistema.

Así mismo, las zonas de ascenso y descenso de los usuarios del transporte interno en el Circuito Interior, deben modernizarse a fin de que responda a sus necesidades específicas, pues en esta zona convergen hasta cuatro rutas diferentes, lo que hace que la ganancia en tiempo por el recorrido se pierda en el ascenso y descenso de pasajeros.

Con la puesta en marcha de nuevas rutas de transporte interno, se tiene la posibilidad de eliminar los largos recorridos por ruta, pudiéndose estas reconfigurar en más de un sentido, haciendo que la comunidad universitaria sea usuaria de un complejo pero eficiente sistema de transporte.

La construcción de un moderno edificio de estacionamiento vertical no debe dejar de considerarse, tal como pasó con la utilización del estacionamiento del Estadio Olímpico que se venía estudiando desde 1985. Para esto es importante recordar que la primera etapa del sistema de transporte interno gratuito desplazó cerca de 1500 vehículos<sup>1</sup>, retomando de la tabla 6.1, esta demanda de cajones es atendida por los estacionamientos 1, 2 y 3 (gratuitos para estudiantes y trabajadores), por lo que el

---

<sup>1</sup> Datos de acuerdo con la Dirección General de Servicios Generales

Estadio quedaría al 55% de su capacidad, recordando que en las horas pico, la demanda aumenta. Sin embargo, de acuerdo a la figura 6.1 la segunda etapa de aplicación retiraría de vialidades a aproximadamente 850 vehículos, en total el 85% de la capacidad del Estadio, ya no sería óptimo para su operación en horas de máxima demanda, y si llegamos a la tercera etapa, este estacionamiento ya ni siquiera es suficiente, por lo que además del estacionamiento Estadio Olímpico debería haber un edificio de estacionamiento con por lo menos capacidad de 1800 cajones.

Se ha comprobado que el mejor medio de transporte terrestre es aquel que puede transportar un mayor número de personas, los programas de medio ambiente que se han propuesto optimizar el uso del automóvil particular en la Ciudad de México, han fracasado por que el transporte público es ineficiente en todos los sentidos, comodidad, costo/tiempo, frecuencia de paso, accesibilidad, etc.

Los esfuerzos por la modernización de las vialidades y el transporte están orientados a incentivar al usuario del automóvil particular a optar por el transporte público, para tener menos problemas viales y ambientales. Aún con esto, existe un gran pendiente que no se ha siquiera considerado, y esto es, la problemática que genera la interacción vehículo - peatón, en el caso en que el peatón invade las vialidades; los programas que se implementaron no fueron orientados a que los peatones respetaran el uso de las vialidades, sino al uso del transporte interno gratuito que antes no era una necesidad.

La problemática entre vehículos y peatones seguirá de manera moderada y tolerable, sin embargo, de seguir así podría llegar el momento en el que sean intolerables, causando enfado y enemistad entre estos dos tipos de usuarios, retomando la figura 2.7, los conflictos debido a esta condición son evidentes en los puntos 5-30, 6-29, 10-20, 41, 43, 36 y 37, por lo que esto se resolverá gradualmente en la medida en que los espacios de tránsito para peatones y vehículos sean separados por completo, como el caso observado en la imagen 4.3. A la fecha esto se atiende con personas como apoyo vial, que dependen directamente de Protección Civil, UNAM.

La modernización de la totalidad de la flota vehicular de autobuses para transporte interno gratuito, debe considerarse a mediano plazo, pues se tienen vehículos de hasta 15 años de antigüedad, por lo que incluso podría considerarse autobuses con un menor número de asientos, para aprovechar más el espacio con usuarios de pie, aprovechando que los recorridos son cortos, en comparación con el transporte público convencional. Esta modernización de la flota puede considerarse hasta en un 50%, como primer paso, priorizando la ruta 1, pues sigue teniendo mayor demanda y menor frecuencia de recorridos.

Finalmente, externar que la elaboración de este tema de tesis me ha permitido el acercamiento a problemas reales, que tienen posibilidad de solución, en este caso particular, el modelo de solución puede aplicarse en otros puntos similares, en sitios como la populosa Ciudad de México.

# ***BIBLIOGRAFÍA***



## BIBLIOGRAFÍA

- Comentarios generales para el máximo aprovechamiento del estacionamiento del Estadio Olímpico de CU. Mayo de 1998
- Anuario del Transporte y la Vialidad 2004. SETRAVI. GDF
- II Conteo de Población y Vivienda 2005. INEGI
- Datos de Vehículos Registrados en Circulación, Sistema Municipal de Base de Datos (SIMBAD). INEGI, Marzo 2007
- Censos Generales de Población y Vivienda (1970-200)
- Diagnóstico de Movilidad en la Ciudad de México. FIMEVIC. 2002
- Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones. Cal y Mayor, Rafael. 2006
- Guía de la Ciudad Universitaria. Instituto de Geografía. UNAM, México 1993
- Cuevas Martínez, Eric. Tesis Doctoral "Arquitectura Moderna Mexicana de los años cincuenta". Universidad Politécnica de Cataluña. España 2002
- Palomas Molina, Xavier. Tesis de Maestría "Selección de Alternativas de inversión en la construcción de obras viales en la Ciudad de México". IIUNAM 2004

- Agenda Estadística Universitaria 1954, 1970, 2000, 2006
- Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Box, Paul.1976
- Influencia de la geometría en la determinación de los puntos de conflicto en una intersección de vialidades. XIV Congreso Internacional de Ingeniería. Santander, España. Junio de 2002
- Olivares Alonso, Emir. "Busca la UNAM agilizar el tránsito en el Circuito Escolar con el Pumabus" La Jornada, 30 de enero 2007.
- Ayala, Gustavo. "Refuerza la UNAM el programa Bicipuma". Gaceta UNAM 16 de marzo de 2006.
- "El Pumabus, un transporte ágil y seguro" Suplemento especial, Gaceta UNAM. 12 de febrero de 2007.
- Ayala, Gustavo. "Las nuevas rutas del Pumabus se enlazan ya con el transporte público". Gaceta UNAM 3 de marzo de 2008.
- Memoria 2005, Dirección General de Planeación, UNAM 2006.
- Argumedo Velázquez, Marco Antonio. Tesis de Maestría "Análisis Microscópico del tráfico vehicular en Ciudad Universitaria" Facultad de Ingeniería 2006.
- Sistema de Movilidad Universidad Nacional Autónoma de México "Pumabus" y "Bicipuma". Cal y Mayor y Asociados. Seminario Nacional sobre Operación, Administración, Gestión y Financiamiento de Empresas de Transporte Urbano y Metropolitano, Cancún Quintana Roo. Septiembre 2007.
- [www.pumabus.unam.mx](http://www.pumabus.unam.mx) Programa de transporte interno gratuito, febrero 2007.
- [www.dgsg.unam.mx/estcon.htm](http://www.dgsg.unam.mx/estcon.htm) Estacionamientos controlados, Ciudad Universitaria, marzo 2007.
- [www.dgsg.unam.mx/transp.htm](http://www.dgsg.unam.mx/transp.htm) Transporte interno gratuito, noviembre 2006.

***ANEXOS***

## **ANEXO 1**

### **Estudios de Velocidad.**

#### **Velocidad de Punto.**

Uno de los indicadores que más se utiliza para medir la eficiencia de un sistema vial es la velocidad de los vehículos. Para medir la calidad del movimiento se utilizan la velocidad de punto, la velocidad de recorrido y la velocidad de marcha.

### 1. Velocidad de punto

Los estudios de velocidad de punto están diseñados para medir las características de la velocidad en un lugar específico, bajo condiciones prevalecientes del tránsito y del estado del tiempo en el momento de llevar a cabo el estudio; lo mismo que permiten obtener la distribución de velocidades por grupos de usuarios.

El estudio debe hacerse fuera de las horas de máxima demanda, en caso de presentarse condiciones de bajos volúmenes, pueden requerirse más de un día, para obtener el tamaño necesario de la muestra, esto para satisfacer consideraciones estadísticas, la siguiente ecuación puede ser usada para calcular el número de velocidades que deben medirse:

$$N = \left( \frac{SK}{E} \right)^2$$

Donde:

N = tamaño mínimo de la muestra.

S = desviación normal de la muestra (km/h), véase tabla A.1.1

K = constante correspondiente al nivel de confiabilidad deseado, véase tabla A.1.2.

E = error permitido en la velocidad de punto (km/h)

Tipo de tránsito	Tipo de camino	Desviación normal promedio (km/h)
Rural	Dos carriles	8.5
Rural	Cuatro carriles	6.8
Intermedio	Dos carriles	8.5
Intermedio	Cuatro carriles	8.5
Urbano	Dos carriles	7.7
Urbano	Cuatro carriles	7.9

Tabla A.1.1 Desviaciones normales para la determinación del tamaño de la muestra

Constante K	Nivel de confiabilidad (%)
1.00	68.3
1.50	86.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
3.00	99.7

Tabla A.1.2 Constante correspondiente al nivel de confiabilidad.

Por lo que para el caso de Ciudad Universitaria se tiene un tamaño de muestra de:

$$N = \left( \frac{(7.7)(2.5)}{3} \right)^2$$

$$N = 41.17$$

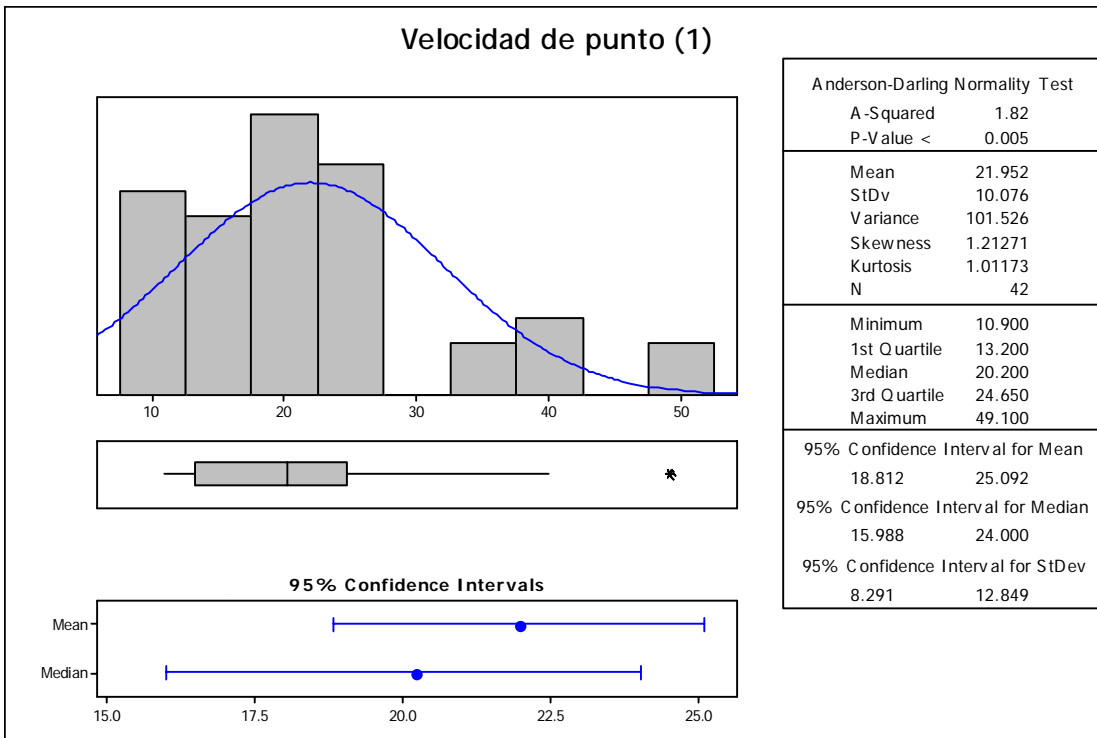
$$N = 42$$



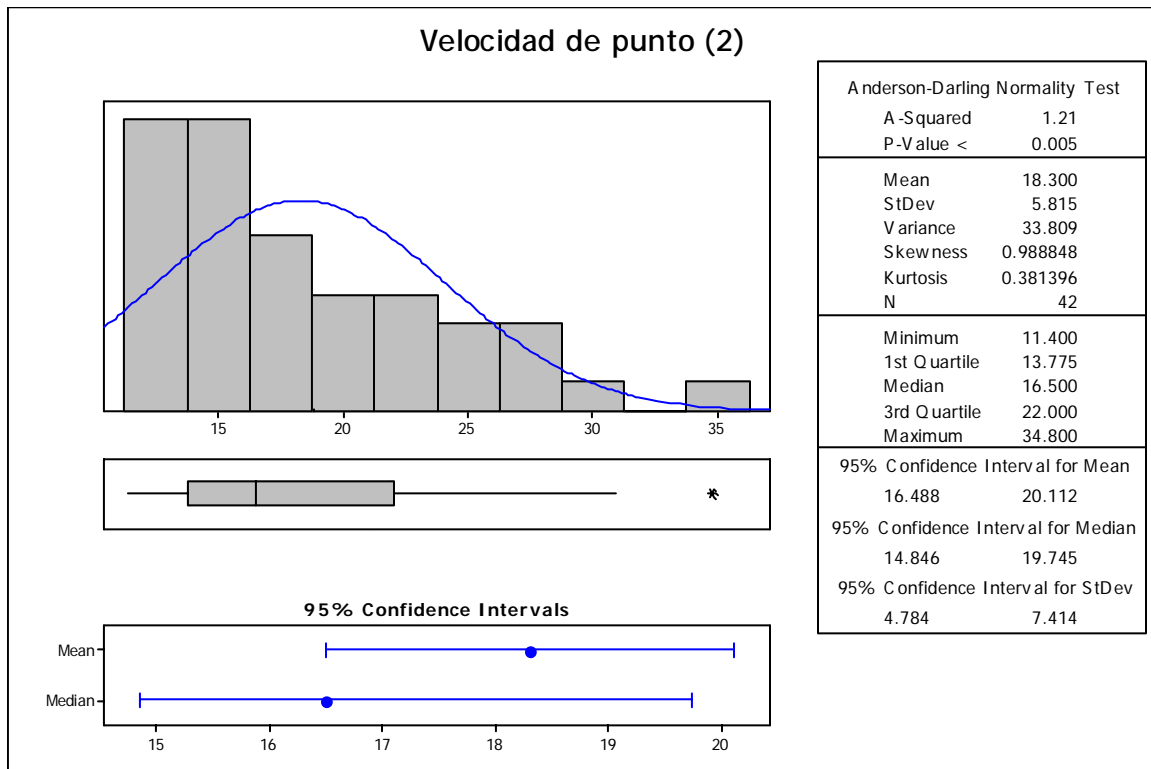
Figura A.1.1 Localización de sitios de estudio de velocidad de punto

El análisis estadístico se hizo con el programa MINITAB

Fecha: 8/11/2006	Punto: 1	Ubicación: Filosofía				
		Sentido: : Filosofía - Economía				
Hora: 10:25 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
20.8	20.4	11.4	24.5	21.2	18.9	11.7
24.5	25.7	12.1	20.0	24.0	18.9	15.2
20.0	24.0	15.2	22.0	49.1	12.9	11.5
21.2	19.6	11.3	49.1	25.1	14.2	12.6
24.0	40.0	10.9	25.7	24.0	12.1	13.3
34.8	18.6	14.8	38.6	37.2	38.6	12.3

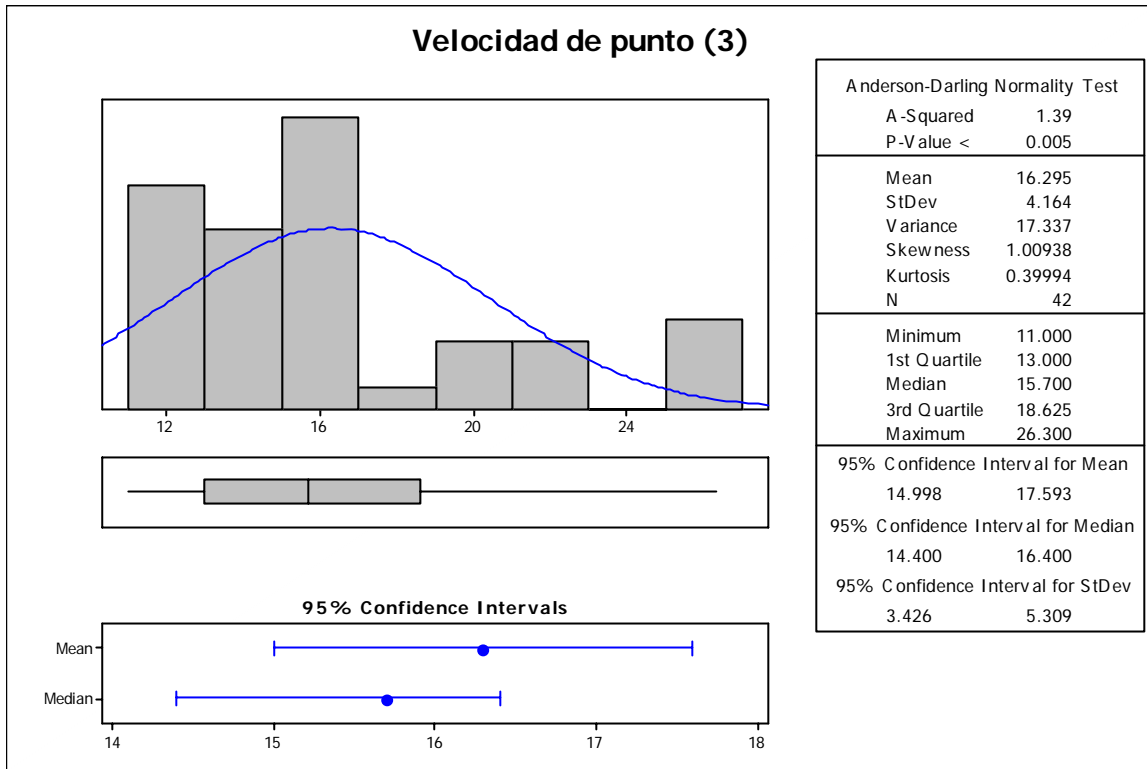


Fecha: 8/11/2006	Punto: 2	Ubicación: Derecho				
		Sentido: : Filosofía - Economía				
Hora: 10:40 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
15.2	34.8	27.7	17.1	18.3	11.7	13.8
12.7	14.6	30.9	24.0	22.0	11.4	18.9
12.3	20.4	12.4	14.2	20.0	14.8	16.6
15.0	13.7	17.7	15.9	15.0	22.0	11.7
12.3	14.2	22.5	22.0	18.6	25.7	20.4
12.6	16.1	27.7	28.4	12.9	24.0	16.4

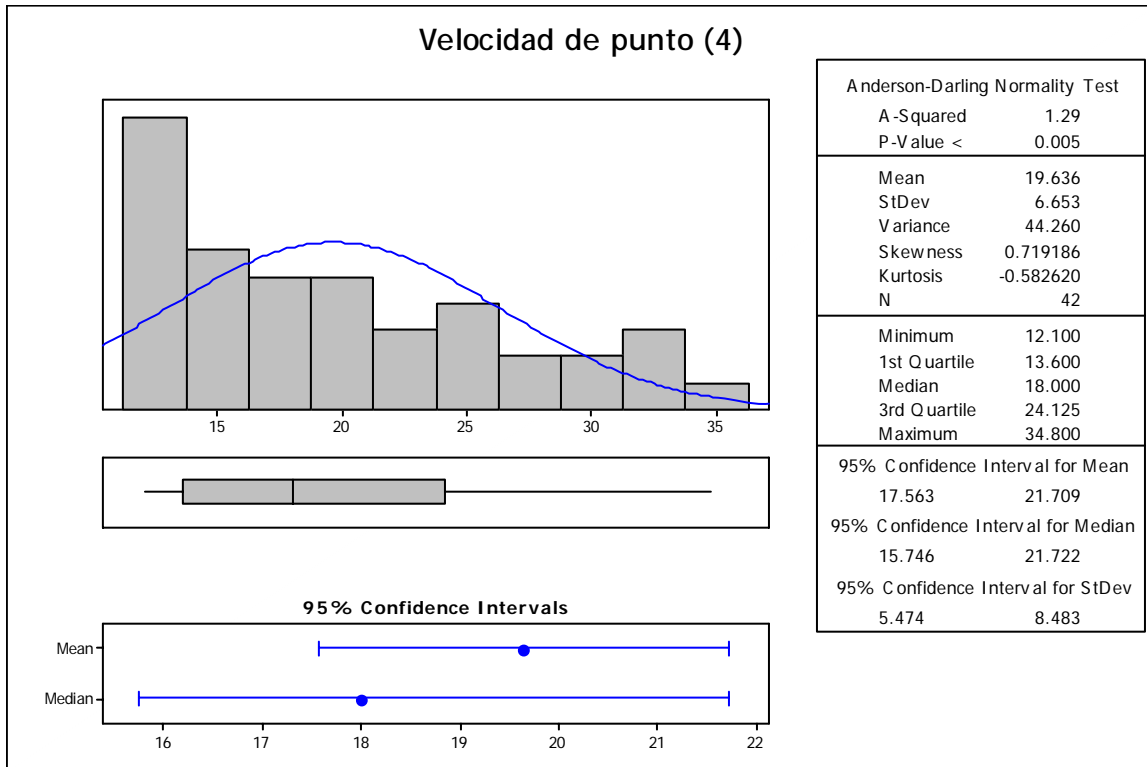




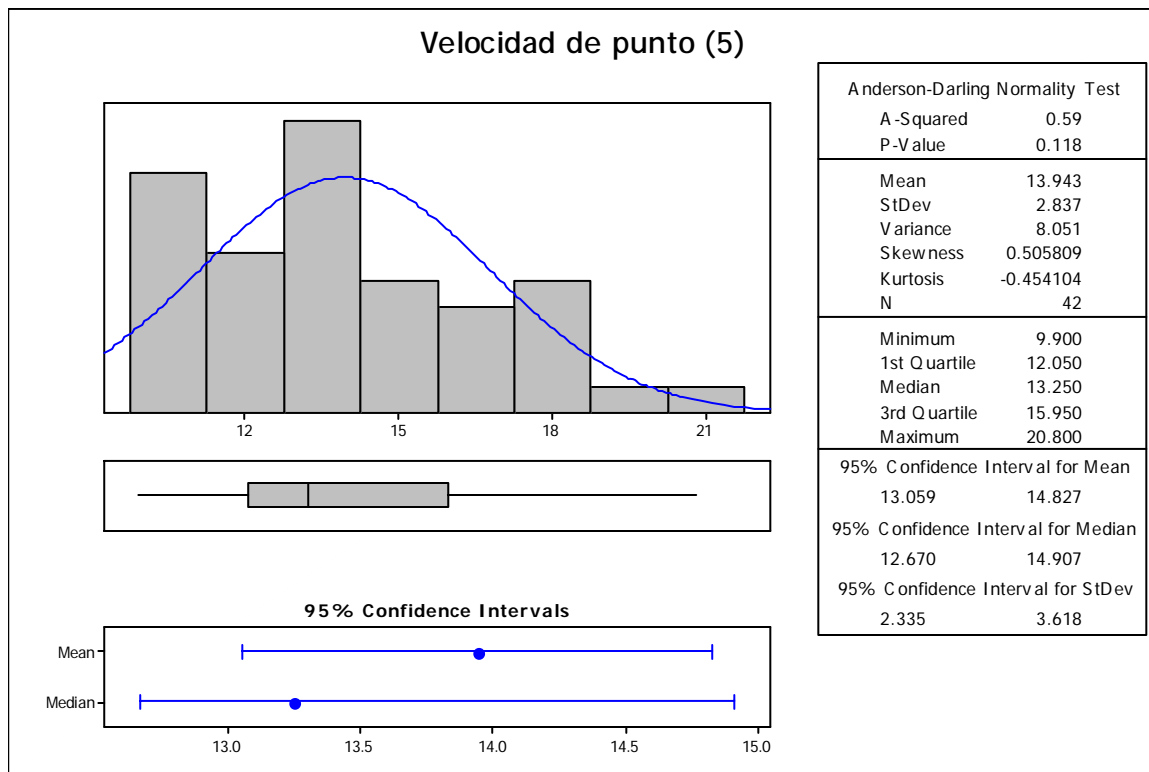
Fecha: 8/11/2006	Punto: 3	Ubicación: Economía				
		Sentido: Filosofía - Economía				
Hora: 11:00 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
26.3	14.4	21.2	16.9	19.6	15.9	11.9
14.8	18.3	16.1	15.7	15.0	11.0	21.2
14.4	12.4	16.6	11.3	11.9	16.4	14.6
13.7	16.9	25.1	12.3	11.9	16.4	20.0
26.3	19.6	14.4	11.7	13.2	21.2	16.1
15.7	25.1	12.1	14.2	11.7	15.0	15.9



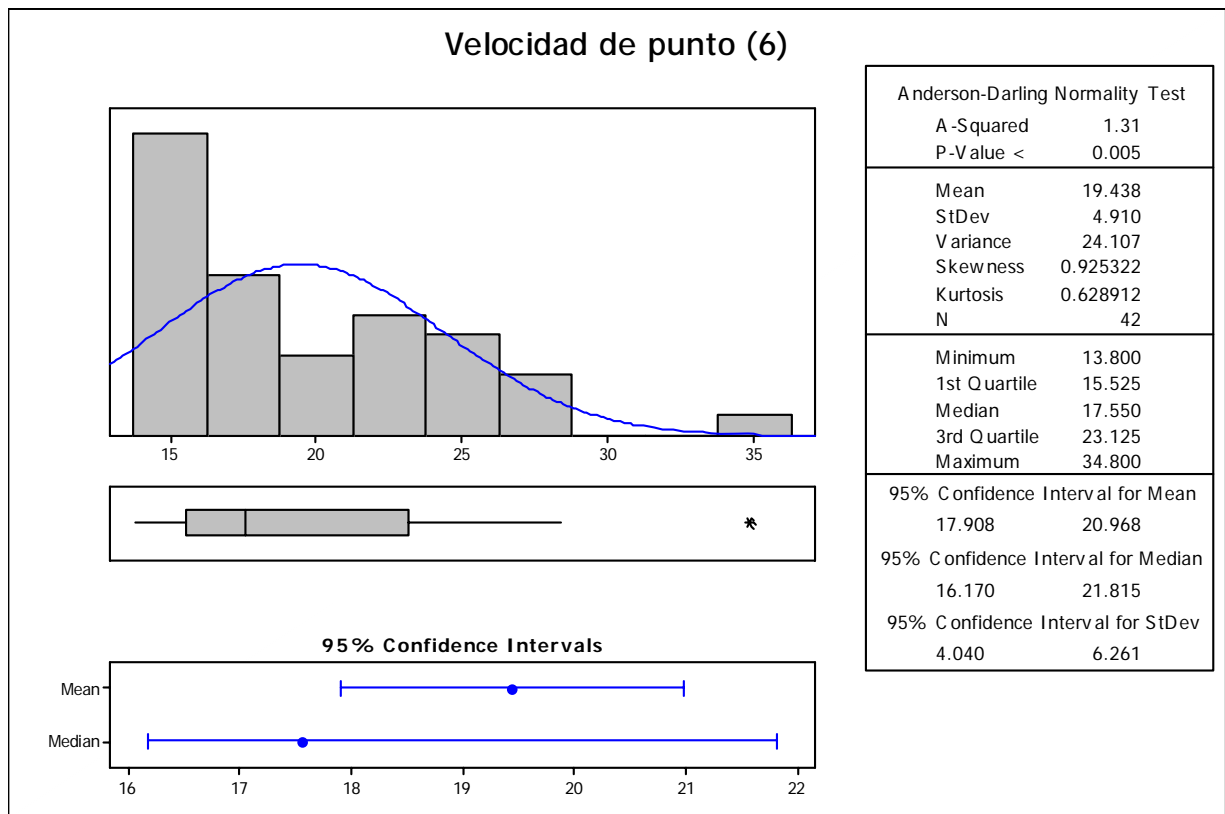
Fecha: 9/11/2006	Punto: 4	Ubicación: Medicina				
		Sentido: Economía - II Biomédicas				
Hora: 10:45 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
30.0	19.3	12.1	31.8	14.4	20.0	20.8
30.9	16.1	12.3	24.0	17.4	22.0	14.0
12.7	15.7	12.6	20.0	13.3	13.7	27.7
24.5	26.3	31.8	19.3	24.0	12.9	18.3
17.7	15.9	16.4	22.5	31.8	22.0	34.8
12.4	14.2	12.4	12.6	24.5	16.9	12.7



Fecha: 9/11/2006	Punto: 5	Ubicación: II Biomédicas.				
		Sentido: II Biomédicas - MUCA				
Hora: 11:15 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
20.8	10.1	12.1	13.0	10.4	17.4	12.9
14.0	10.2	10.9	15.9	19.6	13.2	12.6
15.7	13.0	10.7	17.4	10.5	16.1	18.6
18.3	13.2	12.6	11.9	14.6	12.9	9.9
14.2	15.0	15.0	17.7	10.1	14.2	13.3
17.1	13.3	12.3	10.4	16.9	12.6	15.0

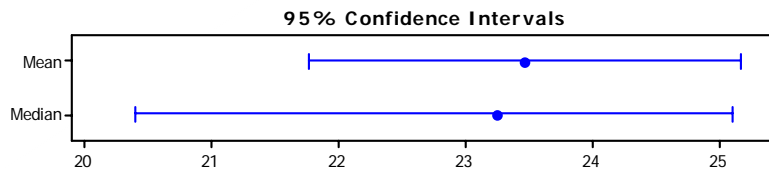
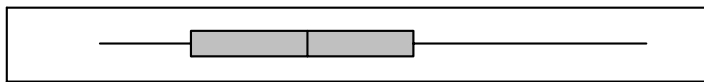
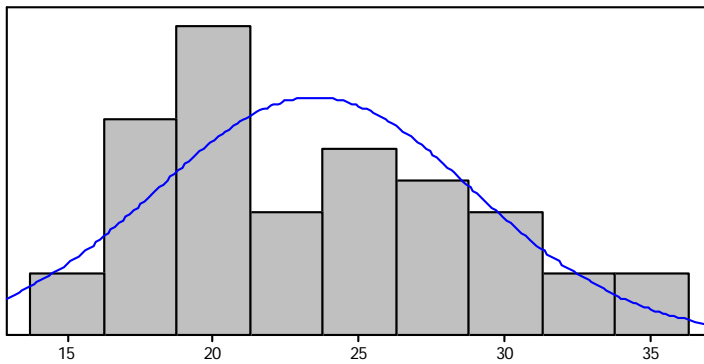


Fecha: 14/11/2006	Punto: 6	Ubicación: Química				
		Dirección: II Biomédicas - MUCA				
Hora: 10:25 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
24.5	25.7	28.4	20.4	25.1	15.0	14.4
16.1	23.0	16.4	23.5	14.8	18.9	22.5
17.1	21.2	17.7	13.8	14.4	26.3	24.0
14.2	14.4	14.0	24.0	22.0	26.3	22.5
16.6	18.3	14.0	16.9	15.9	15.9	15.7
15.7	34.8	22.5	14.4	20.8	17.4	16.9



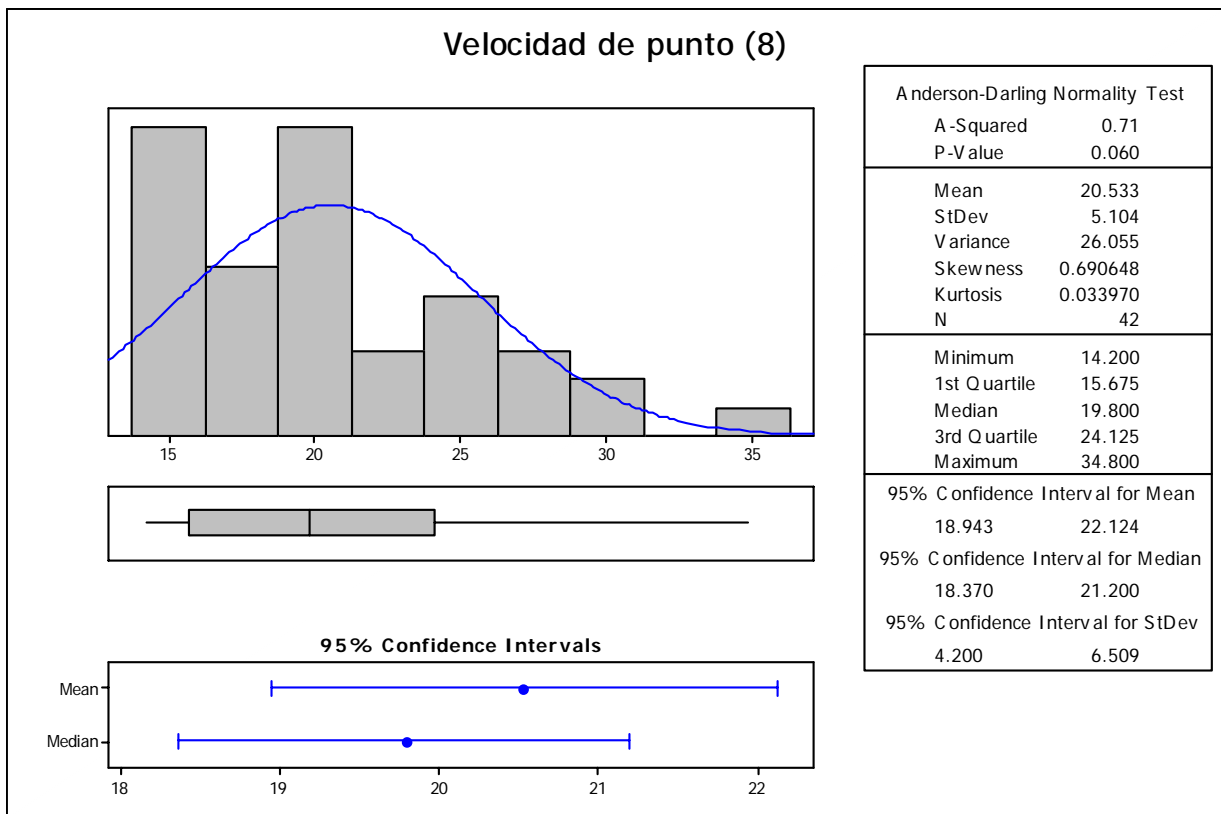
Fecha: 14/11/2006	Punto: 7	Ubicación: <b>Arquitectura</b>				
		Dirección: <b>II Biomédicas - MUCA</b>				
Hora: 11:00 hr	Condiciones atmosféricas: <b>Normales</b>					
Estado del pavimento: <b>Bueno</b>	Distancia base elegida: <b>30 m</b>					
26.3	14.4	21.2	16.9	19.6	15.9	11.9
14.8	18.3	16.1	15.7	15.0	11.0	21.2
14.4	12.4	16.6	11.3	11.9	16.4	14.6
13.7	16.9	25.1	12.3	11.9	16.4	20.0
26.3	19.6	14.4	11.7	13.2	21.2	16.1
15.7	25.1	12.1	14.2	11.7	15.0	15.9

### Velocidad de punto (7)



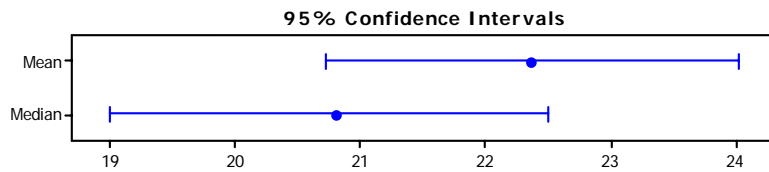
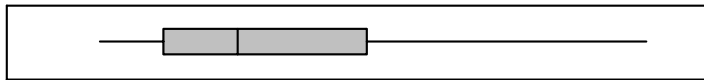
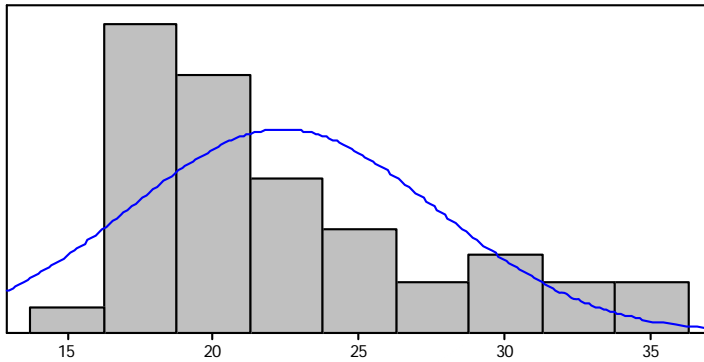
Anderson-Darling Normality Test	
A-Squared	0.67
P-Value	0.073
Mean	23.467
StDev	5.448
Variance	29.678
Skewness	0.477936
Kurtosis	-0.758527
N	42
Minimum	16.100
1st Quartile	19.200
Median	23.250
3rd Quartile	26.825
Maximum	34.800
95% Confidence Interval for Mean	
	21.769 25.164
95% Confidence Interval for Median	
	20.400 25.100
95% Confidence Interval for StDev	
	4.482 6.947

Fecha: 15/11/2006	Punto: 8	Ubicación: MUCA				
		Sentido: II Biomédicas - MUCA				
Hora: 10:05 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
19.6	21.2	23.5	14.2	18.3	20.4	18.9
27.7	20.8	23.5	15.0	14.2	21.2	25.7
15.0	14.4	14.8	28.4	34.8	16.6	18.3
14.8	29.2	24.5	20.0	30.0	21.2	18.6
26.3	18.6	16.6	23.5	15.9	14.4	25.1
14.2	20.0	24.0	19.6	19.3	15.0	25.1



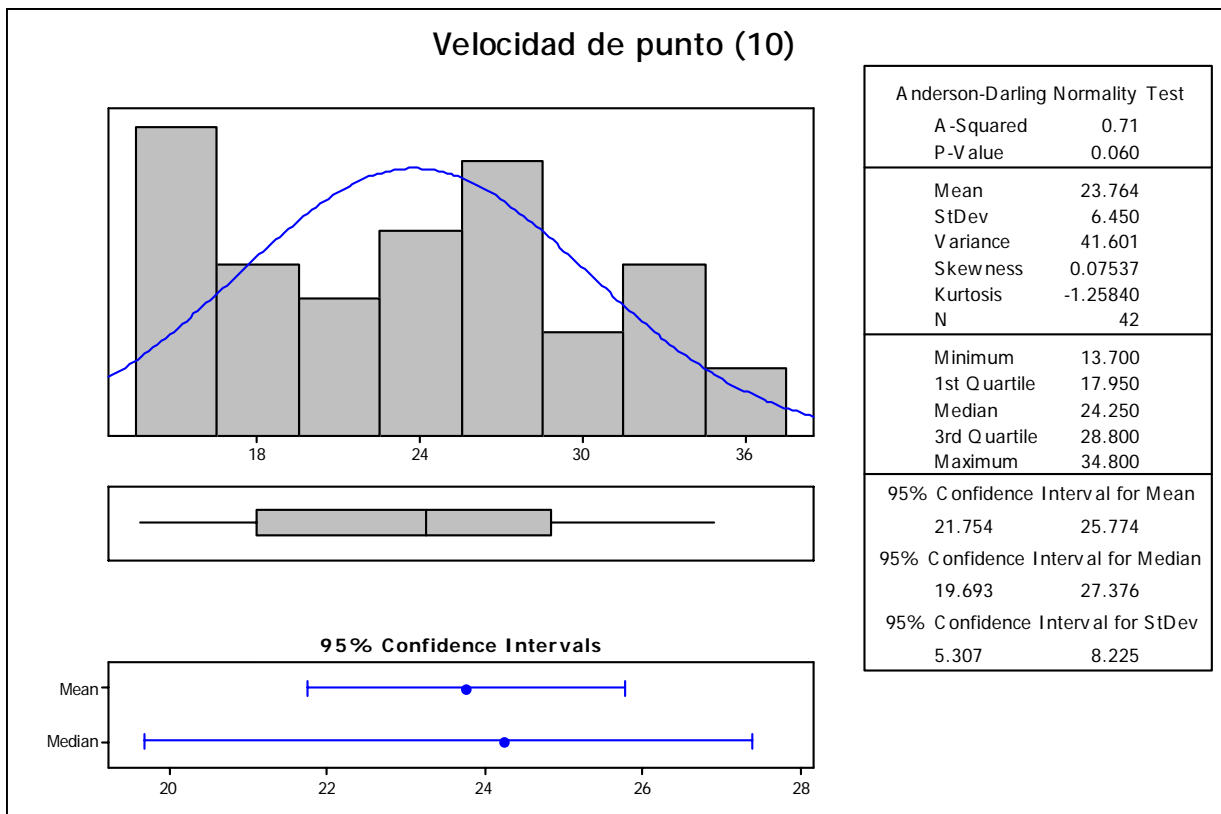
Fecha: 15/11/2006	Punto: 9	Ubicación: Rectoría				
		Sentido: MUCA - Filosofía				
Hora: 11:40 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
22.0	17.4	18.3	16.6	17.4	17.1	25.1
16.6	17.4	31.8	31.8	18.3	27.7	18.6
29.2	20.8	19.6	22.0	16.1	34.8	25.1
30.9	18.3	19.3	18.9	17.7	18.9	19.3
22.5	25.7	21.2	20.8	34.8	25.1	16.6
23.5	22.5	26.3	30.9	19.3	22.5	20.8

### Velocidad de punto (9)



Anderson-Darling Normality Test	
A-Squared	1.60
P-Value <	0.005
Mean	22.369
StDev	5.304
Variance	28.134
Skewness	0.942632
Kurtosis	-0.118842
N	42
Minimum	16.100
1st Quartile	18.300
Median	20.800
3rd Quartile	25.250
Maximum	34.800
95% Confidence Interval for Mean	
	20.716 24.022
95% Confidence Interval for Median	
	18.993 22.500
95% Confidence Interval for StDev	
	4.364 6.764

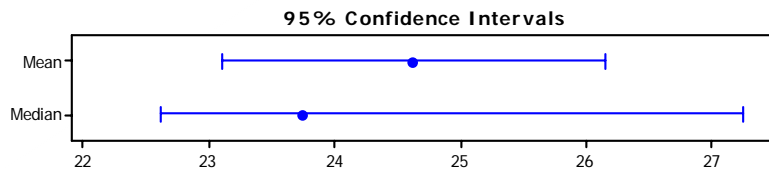
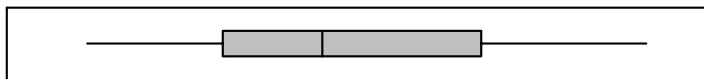
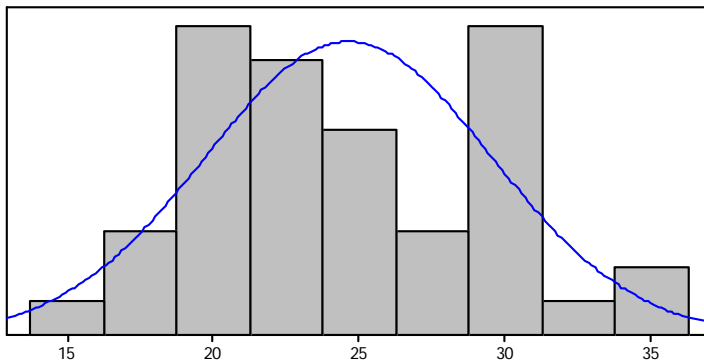
Fecha: 8/11/2006	Punto: 10	Ubicación: Filosofía				
Hora: 11:25 hr		Dirección: Economía - Filosofía				
Estado del pavimento: Bueno			Condiciones atmosféricas: Normales			
						Distancia base elegida: 30 m
20.8	30.0	20.0	32.7	24.0	28.4	24.5
33.8	25.1	25.7	27.7	32.7	18.6	16.9
34.8	18.3	28.4	24.0	16.1	15.2	31.8
31.8	19.3	16.1	14.6	30.0	13.7	15.9
18.9	20.8	14.8	16.4	34.8	15.2	26.3
25.7	25.1	30.0	27.7	19.6	28.4	23.5





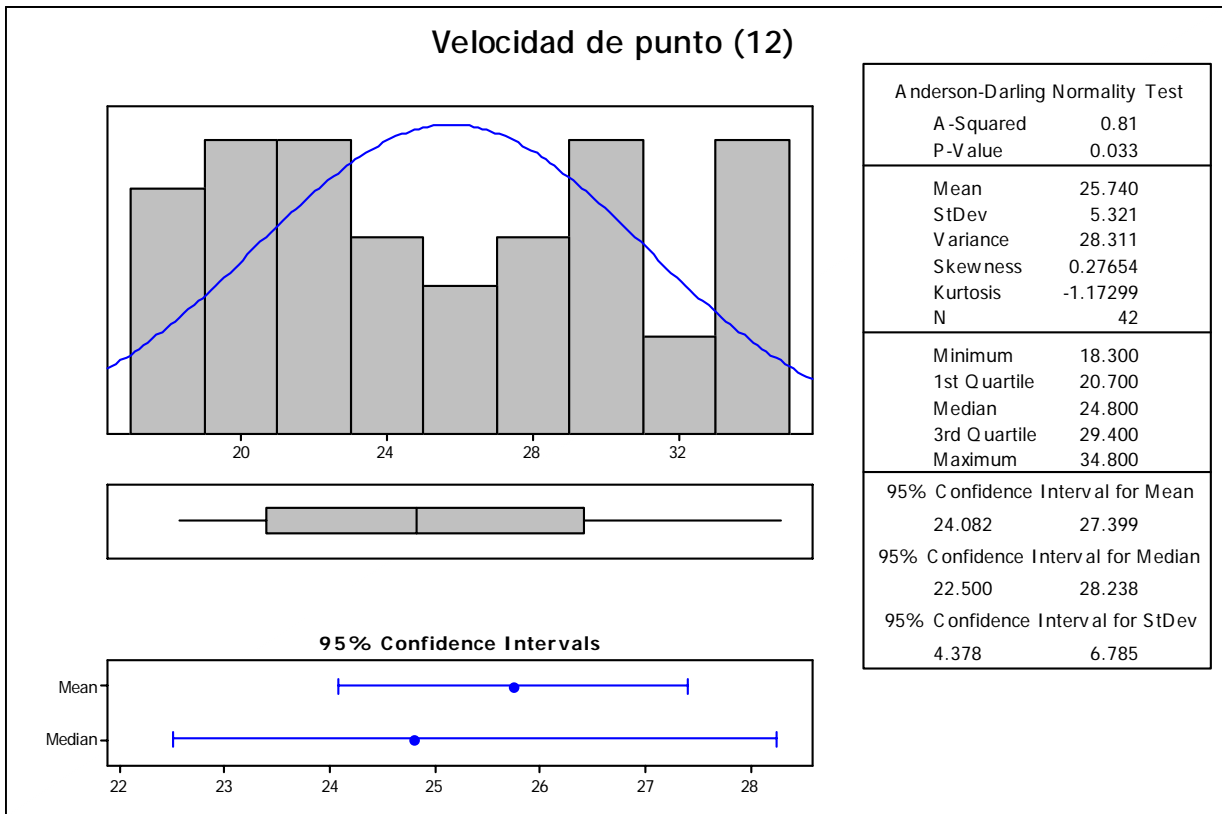
Fecha: 8/11/2006	Punto: 11	Ubicación: Economía				
		Sentido: Economía - Filosofía				
Hora: 11:10 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
30.9	25.1	27.7	23.0	17.7	29.2	30.0
27.7	23.0	19.3	21.2	30.9	24.0	23.0
18.3	18.9	29.2	20.4	19.6	30.0	19.3
34.8	20.4	23.5	25.1	24.0	18.3	33.8
18.9	22.5	23.5	25.7	27.7	23.0	31.8
30.9	20.0	30.0	15.7	25.1	29.2	22.0

### Velocidad de punto (11)



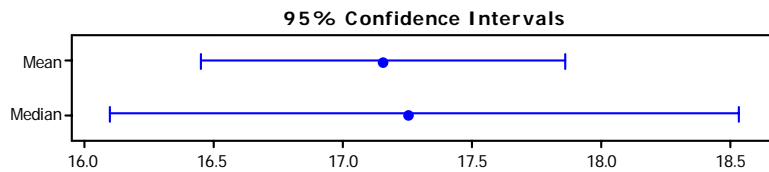
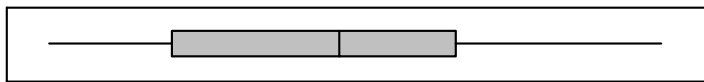
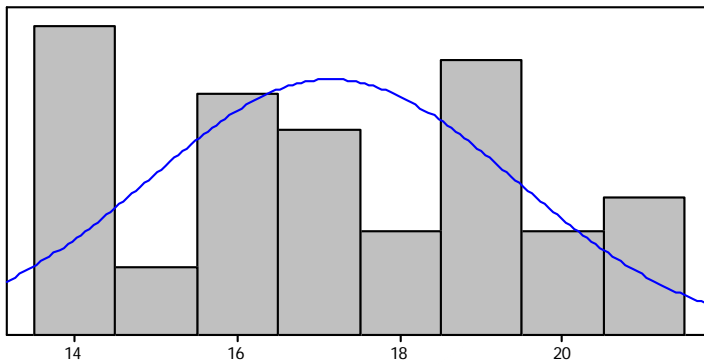
Anderson-Darling Normality Test	
A-Squared	0.61
P-Value	0.105
Mean	24.626
StDev	4.905
Variance	24.054
Skewness	0.235191
Kurtosis	-0.950715
N	42
Minimum	15.700
1st Quartile	20.300
Median	23.750
3rd Quartile	29.200
Maximum	34.800
95% Confidence Interval for Mean	
	23.098 26.155
95% Confidence Interval for Median	
	22.616 27.236
95% Confidence Interval for StDev	
	4.035 6.254

Fecha: 9/11/2006	Punto: 12	Ubicación: Medicina				
		Sentido: Veterinaria - Economía				
Hora: 10:20 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
18.6	30.9	24.5	21.2	22.5	22.5	34.8
27.7	22.5	25.1	32.7	29.2	19.6	29.2
20.4	20.4	18.6	30.0	28.4	22.5	29.2
20.4	24.5	18.6	18.3	33.8	33.8	27.7
25.1	20.4	31.8	33.8	34.8	20.8	34.8
29.2	24.0	18.3	27.7	22.5	24.0	26.3



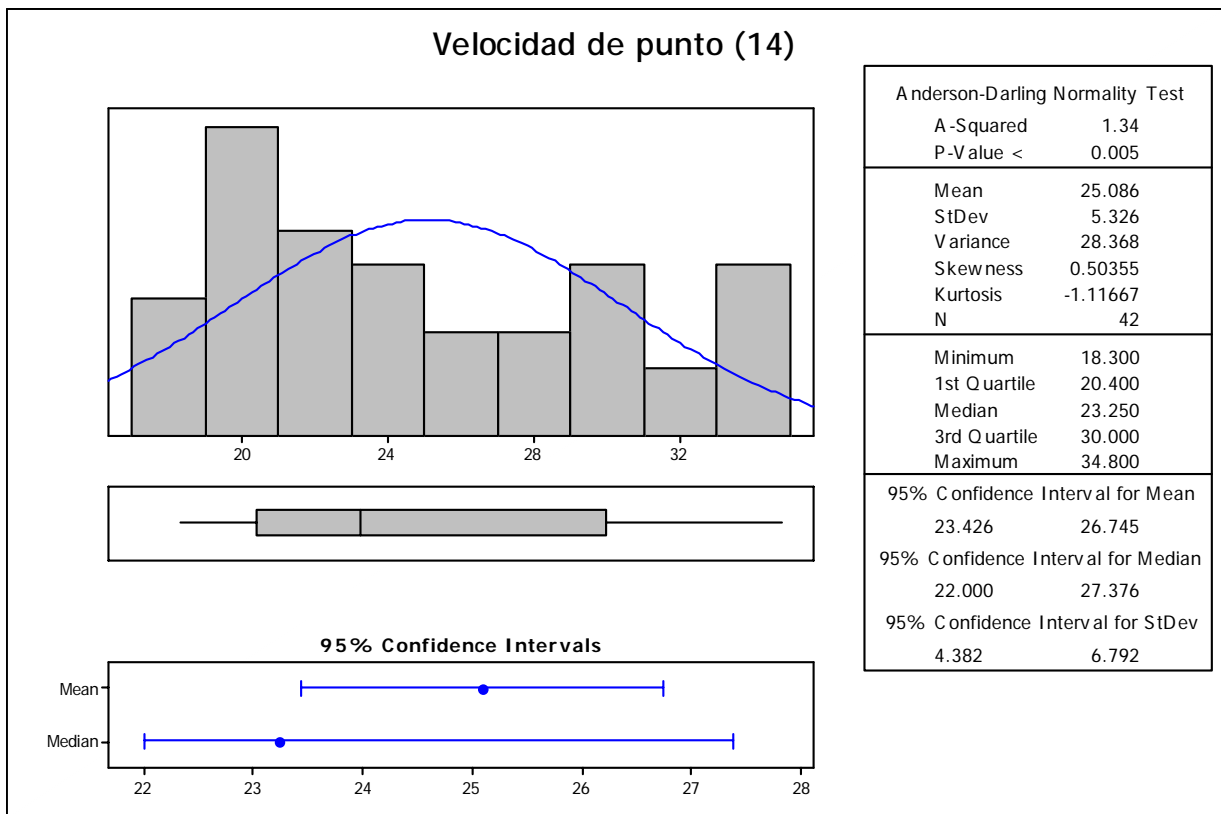
Fecha: 9/11/2006	Punto: 13	Ubicación: Veterinaria				
		Sentido: Veterinaria - Economía				
Hora: 11:30 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
15.2	15.2	21.2	18.6	16.1	17.1	18.9
13.7	17.4	17.7	17.4	15.7	21.2	16.1
14.2	18.6	14.2	14.4	14.4	19.6	16.6
18.6	20.8	21.2	15.7	20.0	14.2	18.6
14.0	14.0	20.4	18.9	16.1	16.6	16.4
16.4	17.7	14.2	17.4	18.3	18.9	18.6

### Velocidad de punto (13)

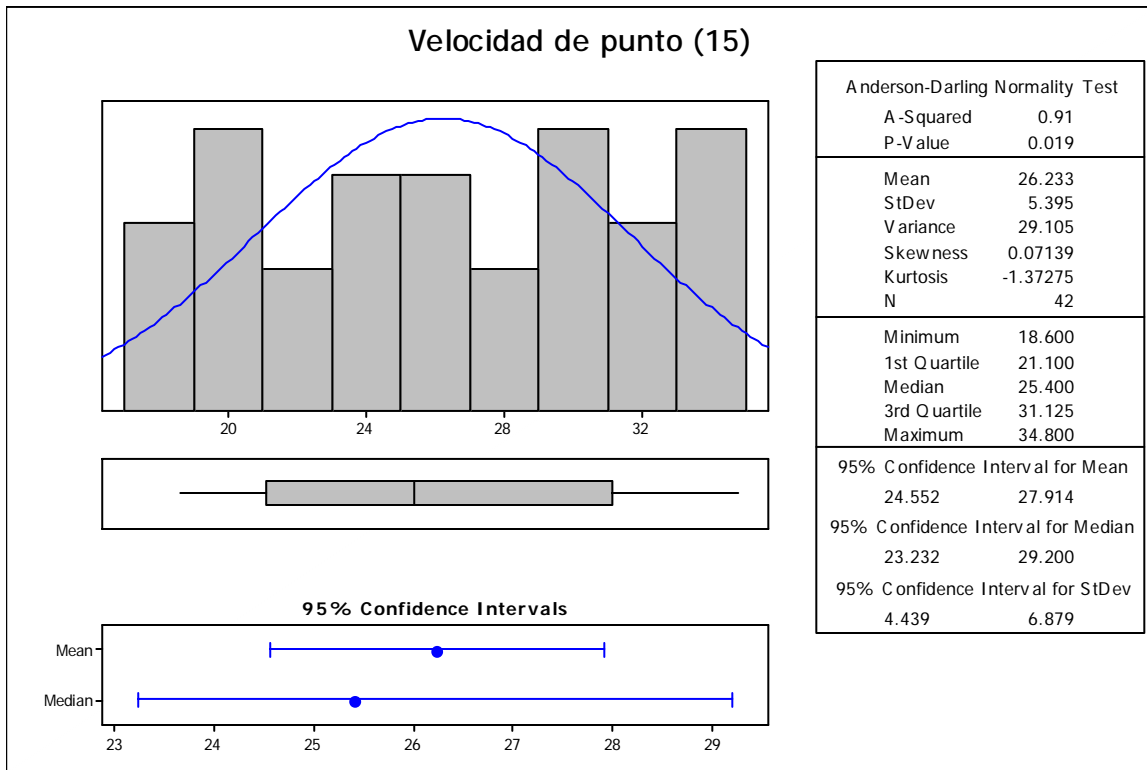


Anderson-Darling Normality Test	
A-Squared	0.55
P-Value	0.146
Mean	17.155
StDev	2.250
Variance	5.063
Skewness	0.172944
Kurtosis	-0.977468
N	42
Minimum	13.700
1st Quartile	15.200
Median	17.250
3rd Quartile	18.675
Maximum	21.200
95% Confidence Interval for Mean	
	16.454      17.856
95% Confidence Interval for Median	
	16.100      18.530
95% Confidence Interval for StDev	
	1.851      2.869

Fecha: 14/11/2006	Punto: 14	Ubicación: Instituto de Ingeniería				
		Sentido: Servicios Médicos - IIMAS				
Hora: 10:30 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
18.9	31.8	22.0	23.0	21.2	23.5	23.0
18.9	18.6	26.3	27.7	34.8	19.3	20.0
30.9	22.0	20.4	20.4	19.3	34.8	30.0
25.7	30.0	22.0	34.8	24.5	26.3	30.9
23.5	29.2	28.4	28.4	33.8	22.5	19.6
33.8	19.6	31.8	18.3	22.5	20.4	20.8



Fecha: 15/11/2006	Punto: 15	Ubicación: Servicios Médicos				
		Sentido: Servicios Médicos - IIMAS				
Hora: 10:20 hr	Condiciones atmosféricas: Normales					
Estado del pavimento: Bueno	Distancia base elegida: 30 m					
31.8	18.6	20.8	19.6	29.2	32.7	25.1
33.8	21.2	19.6	31.8	34.8	18.6	26.3
22.0	23.0	18.9	20.0	21.2	25.1	24.5
25.1	33.8	23.0	28.4	29.2	29.2	33.8
30.0	24.0	32.7	34.8	24.5	19.3	33.8
28.4	30.9	18.9	28.4	30.0	19.3	25.7



## **ANEXO 2**

### **Estudios de Velocidad.**

#### **Velocidad de Recorrido y Demoras.**

Uno de los indicadores que más se utiliza para medir la eficiencia de un sistema vial es la velocidad de los vehículos. Para medir la calidad del movimiento se utilizan la velocidad de punto, la velocidad de recorrido y la velocidad de marcha.

## 2. Velocidad de recorrido y demoras

La velocidad de recorrido es la velocidad media con base en la distancia, a diferencia de la velocidad de punto que es la velocidad media con base en el tiempo.

En general el tramo en estudio deberá tener una longitud mínima de 1.6 km, así se pueda asegurar la recopilación de cualquier dato significativo.

El horario de estudio, por su diseño debe efectuarse durante las horas de máxima demanda para reflejar las condiciones de recorrido y en las direcciones de los movimientos de mayor tránsito; bajo buenas condiciones atmosféricas.

Utilizaré el método del vehículo de prueba, proporciona una gran flexibilidad en la evaluación de la calidad del flujo de tránsito. El vehículo de prueba es conducido, a lo largo de la ruta en estudio, de acuerdo con alguna de las siguientes técnicas de operación.

1. Técnica del vehículo flotante, consiste en que el conductor “flota” en el tránsito, rebasando tantos vehículos como lo rebasen a él.
2. Técnica del automóvil - promedio; el vehículo viaja de acuerdo con la velocidad que a juicio del conductor considera como promedio de la corriente de tránsito.
3. Técnica del automóvil - máximo, está consiste en que el vehículo es conducido a la velocidad, límite indicada en las señales restrictivas; a menos que se lo impidan las condiciones prevalecientes del tránsito.

Por consideración propia se hará el estudio bajo la técnica del automóvil promedio, pues el circuito vial universitario no permite en si el rebase seguro de vehículos, ni la velocidad máxima.

Antes de iniciar los recorridos de prueba, se identifican los puntos iniciales y final, así como las intersecciones principales u otros puntos de control a lo largo de la ruta en estudio, en la figura A.2.1 se muestra la ruta del estudio, las intersecciones y los

lugares de control para los circuitos escolar e interior. Esta ruta se planteó de manera que se recorriera la totalidad de los circuitos en un solo recorrido.

Como lugares de control se utilizaron los pasos peatonales, topes, paradas de autobús y las rejillas del drenaje pluvial, sus símbolos son los siguientes. En algunos casos se presentaban más de un punto de control en el mismo sitio, por lo que se dio prioridad al paso peatonal.

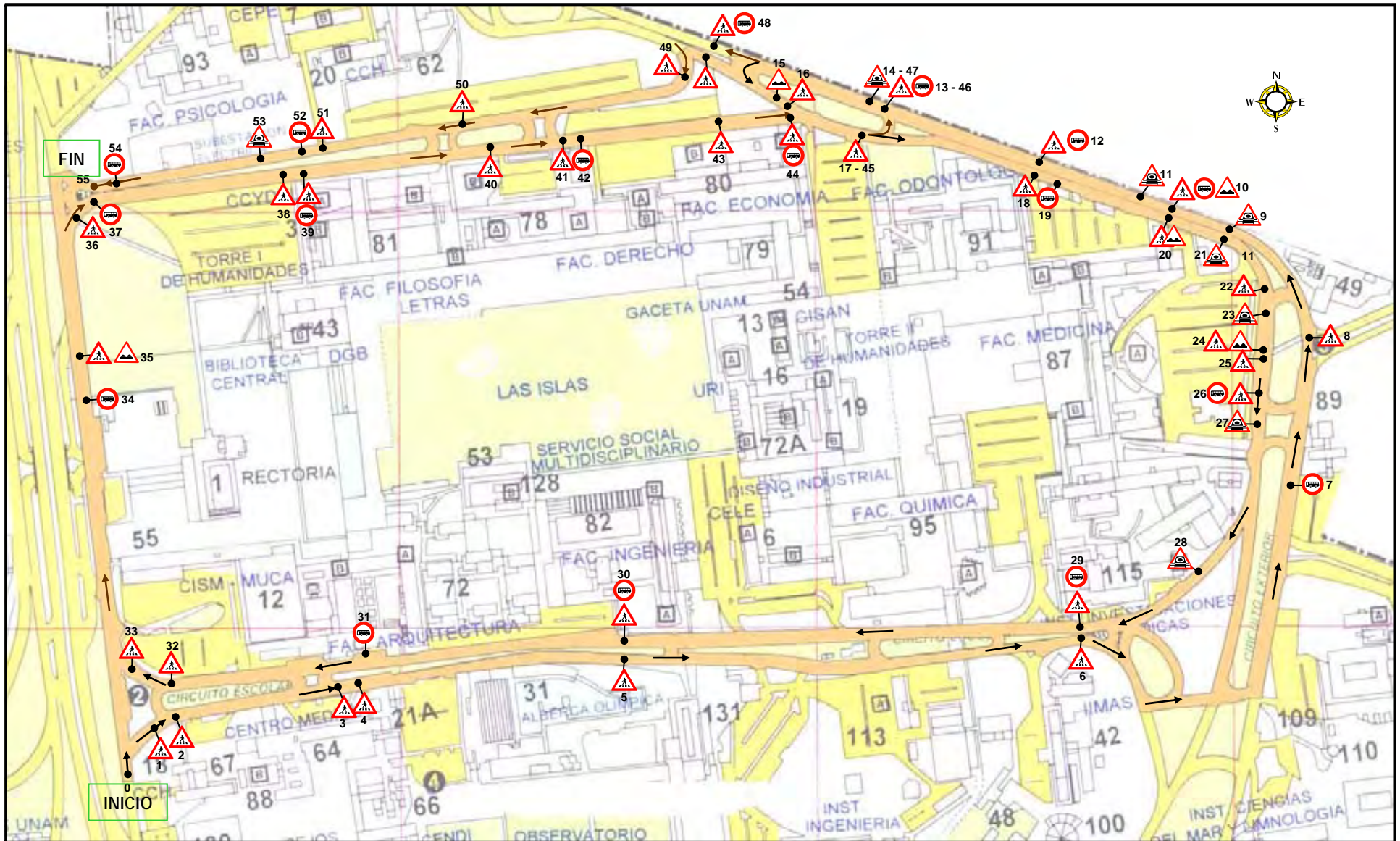
Una vez trazada la ruta, con sus puntos de control y referencia se toman lecturas de este tiempo en estos puntos, para obtener la velocidad de recorrido, por los tramos a lo largo de la ruta en estudio.

Al conducir el vehículo y pasar por el punto de inicio, el anotador acciona, en forma manual, el primer cronómetro. El vehículo es manejado a lo largo de la ruta en estudio, de acuerdo con el criterio de operación seleccionado, que en nuestro caso fue la técnica de automóvil promedio. Las lecturas de tiempo se toman en los puntos de control predeterminados, o se acciona el dispositivo de registro automático para indicar el paso por estos puntos.

Cuando el vehículo de prueba se detiene o es forzado a viajar lentamente, el anotador usa el segundo cronómetro para medir la duración de cada demora se anotan en los lugares adecuados de la hoja de campo. Para indicar el tipo de demora, se emplea una clave numérica o algún otro proceso de identificación.

Cuando el vehículo de prueba pasa por el final de la ruta se detiene el primer cronómetro y se anota el tiempo total empleado. Los resultados del estudio se muestran en la tabla A.2.1





Paso peatonal



Tope



Parada de Autobús



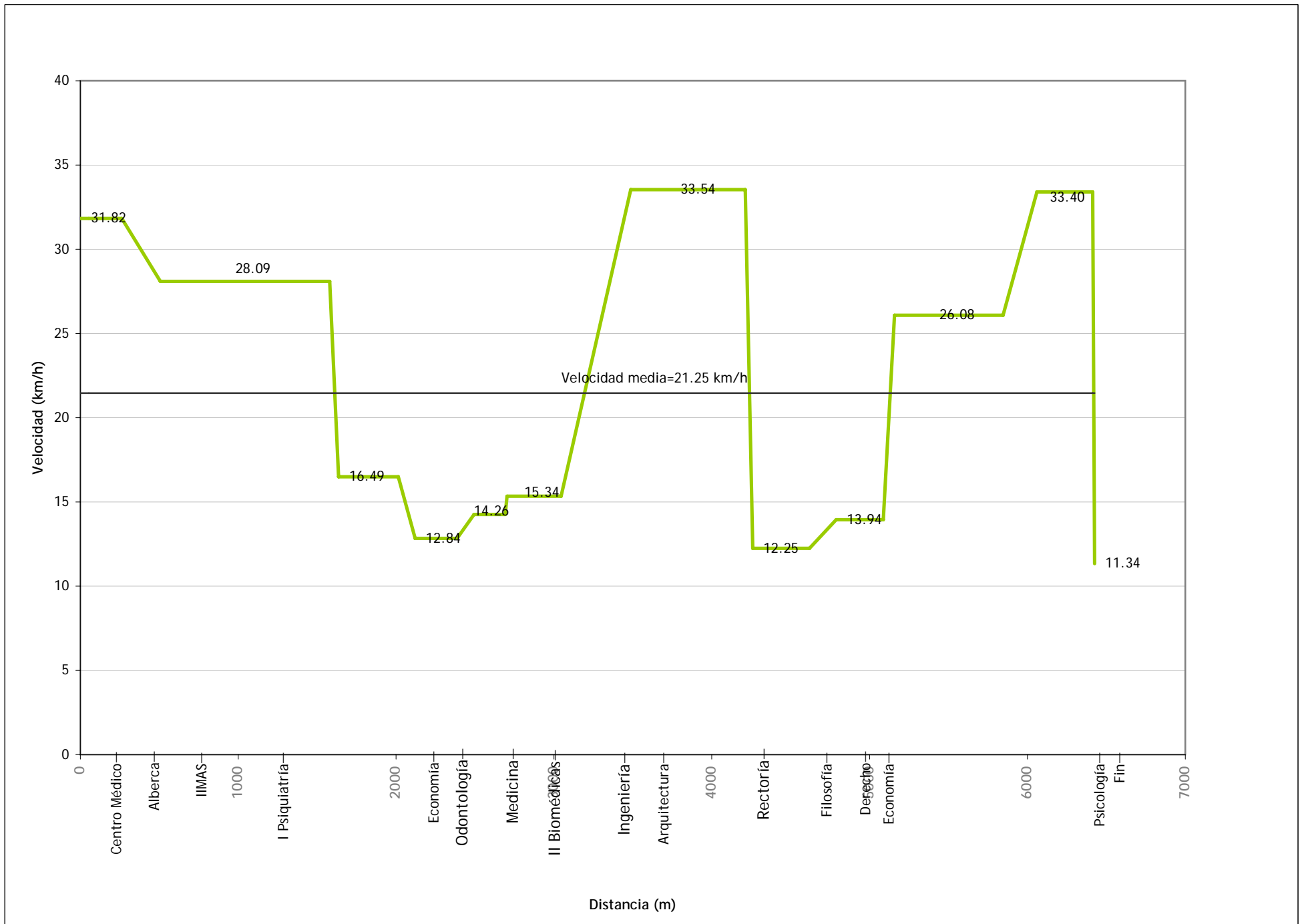
Rejilla de drenaje pluvial

Figura A.2.1 Ruta de estudio de velocidad de recorrido y ubicación de puntos de control, octubre 2006

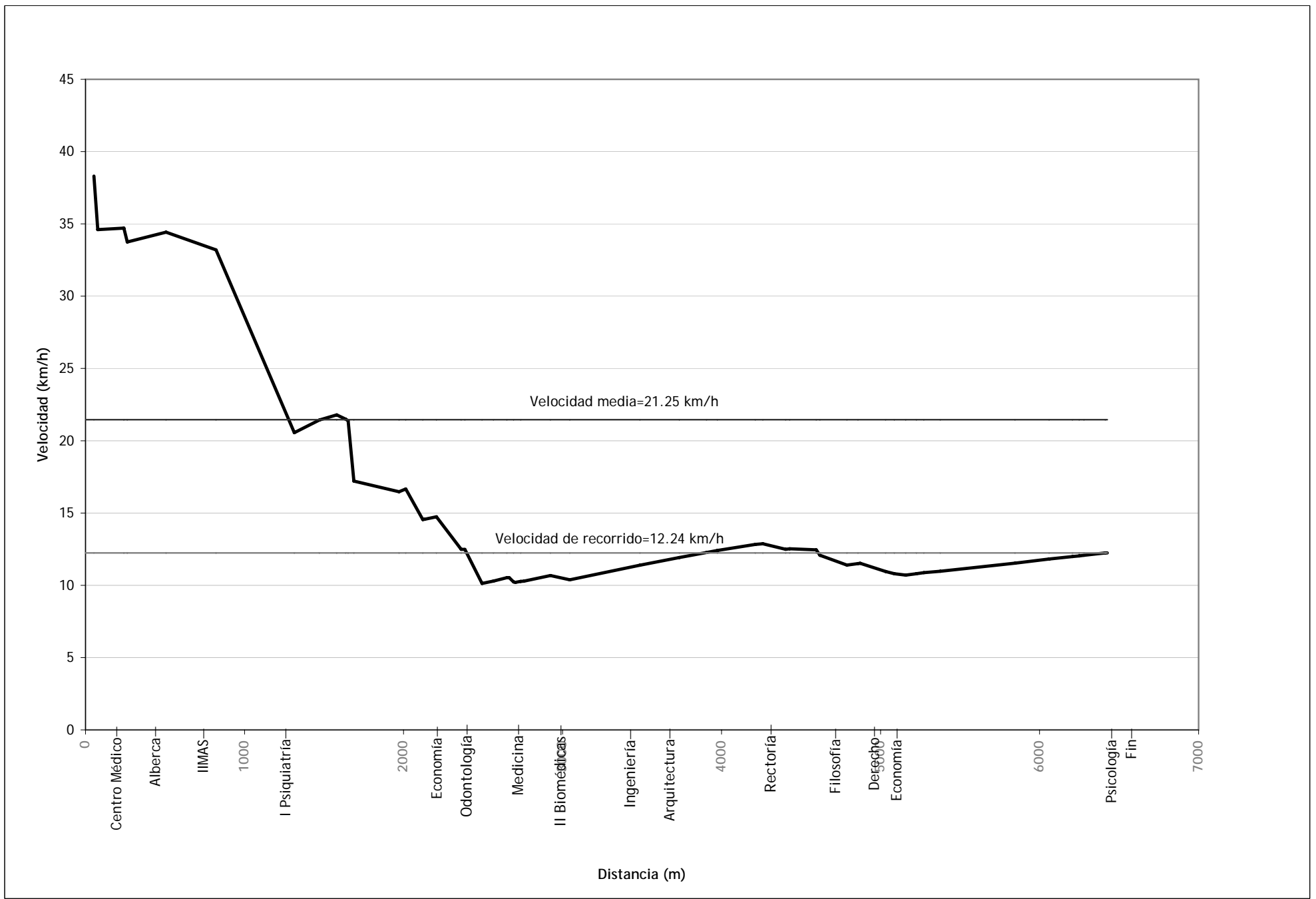
Id	Tipo de control	Referencia	Distancia recorrida (m)	Hora del día	Velocidad por tramo (km/h)	Velocidad acumulada (km/h)	Causa de la demora
0	Inicio	Inicio	0	08:35:00			
1	Paso peatonal		53.2	08:35:05	38.30	38.30	
2	Paso peatonal		76.9	08:35:08	28.44	34.61	
3	Paso peatonal	Centro Médico	241	08:35:25	34.75	34.70	
4	Paso peatonal		262.5	08:35:28	25.80	33.75	
5	Paso peatonal	Alberca Olímpica	506.8	08:35:53	35.18	34.42	
6	Paso peatonal	IIMAS	820.9	08:36:29	31.41	33.20	
7	Parada de autobús	I de Psiquiatría	1313.5	08:38:50	12.58	20.56	Parada de autobús
8	Paso peatonal		1470.4	08:39:07	33.23	21.43	Cruce de peatones
9	R de drenaje pluvial		1579.5	08:39:21	28.05	21.79	
10	Paso peatonal		1635.8	08:39:34	15.59	21.49	Cruce de peatones
11	R de drenaje pluvial		1651.6	08:39:38	14.22	21.39	
12	Paso peatonal		1687.4	08:40:53	1.72	17.21	Cruce de peatones
13	Paso peatonal		1971.9	08:42:11	13.13	16.47	Parada de autobús
14	R de drenaje pluvial		2013.9	08:42:15	37.80	16.67	
15	Tope		2121.1	08:43:45	4.29	14.54	
16	Paso peatonal		2133.2	08:43:47	21.78	14.57	
17	Paso peatonal	Economía	2206.8	08:43:59	22.08	14.74	Cruce de peatones
18	Paso peatonal	Odontología	2362.6	08:46:21	3.95	12.49	Velocidad baja
19	Parada de autobús		2386.1	08:46:28	12.09	12.49	
20	Paso peatonal		2494.0	08:49:46	1.96	10.13	Cruce de peatones
21	R de drenaje pluvial		2565.1	08:49:57	23.27	10.29	
22	Paso peatonal		2649.6	08:50:06	33.80	10.53	Cruce de peatones
23	R de drenaje pluvial		2665.5	08:50:12	9.54	10.52	
24	Tope		2691.9	08:50:47	2.72	10.23	Velocidad baja
25	Paso peatonal		2703.3	08:50:54	5.86	10.20	
26	Paso peatonal	Medicina	2736.9	08:50:59	24.19	10.27	Velocidad baja
27	R de drenaje pluvial		2756.4	08:51:05	11.70	10.28	
28	R de drenaje pluvial		2923.6	08:51:26	28.66	10.67	

Id	Tipo de control	Referencia	Distancia recorrida (m)	Hora del día	Velocidad por tramo (km/h)	Velocidad acumulada (km/h)	Causa de la demora
29	Paso peatonal	II Biomédicas	3045.8	08:52:36	6.28	10.38	Velocidad baja
30	Paso peatonal	Ingeniería	3486.6	08:53:22	34.50	11.39	
31	Parada de autobús	Arquitectura	3734.8	08:53:48	34.37	11.92	
32	Paso peatonal		3905.2	08:54:06	34.08	12.27	Cruce de peatones
33	Paso peatonal		3973.4	08:54:12	35.07	12.41	
34	Parada de autobús	Rectoría	4212.4	08:54:41	29.67	12.83	Parada de autobús
35	Paso peatonal		4260.0	08:54:50	19.04	12.88	Velocidad baja
36	Paso peatonal		4403.2	08:56:08	6.61	12.49	Velocidad baja
37	Parada de autobús		4428.7	08:56:12	22.95	12.52	Parada de autobús
38	Paso peatonal	Filosofía	4595.2	08:57:07	10.90	12.46	Cruce de peatones
39	Paso peatonal		4618.8	08:57:56	1.73	12.08	
40	Paso peatonal		4788.4	09:00:11	4.52	11.40	Cruce de peatones
41	Paso peatonal	Derecho	4857.8	09:00:19	31.23	11.51	
42	Parada de autobús		4871.6	09:00:21	24.84	11.52	
43	Paso peatonal		5031.5	09:02:32	4.39	10.96	Cruce de peatones
44	Paso peatonal	Economía	5086.6	09:03:14	4.72	10.80	
45	Paso peatonal		5158.0	09:03:53	6.59	10.71	
46	Paso peatonal		5225.5	09:04:00	34.71	10.81	Cruce de peatones
47	R de drenaje pluvial		5271.9	09:04:04	41.76	10.88	
48	Paso peatonal		5375.3	09:04:23	19.59	10.97	
49	Paso peatonal		5845.5	09:05:24	27.75	11.53	
50	Paso peatonal		6059.75	09:05:45	36.73	11.82	Cruce de peatones
51	Paso peatonal		6206.7	09:06:03	29.39	11.99	
52	Parada de autobús		6248.9	09:06:08	30.38	12.04	Parada de autobús
53	R de drenaje pluvial	Psicología	6278.9	09:06:11	36.00	12.07	
54	Parada de autobús		6413.0	09:06:25	34.48	12.24	Velocidad baja
55	Fin	Fin	6425.6	09:06:29	11.34	12.24	

Tabla A.2.1 Resultados del estudio de velocidad de recorrido en los Circuitos Interior y Escolar de CU, noviembre 2006



Gráfica A.2.1 Velocidad de recorrido por grupos de acuerdo a los puntos de control, estudio realizado en noviembre 2006



Gráfica A.2.2. Velocidad acumulada a lo largo de la ruta de recorrido, estudio realizado en noviembre 2006

El análisis de resultados se hace mediante el promedio de las velocidades por tramo, un promedio por cada cinco tramos, agrupando los 55 tramos en once grupos, como lo muestran las gráficas A.2.1 y A.2.2.

La velocidad de recorrido se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$v_r = \frac{\text{Distancia total recorrida}}{\text{Tiempo total de recorrido}}$$

Mientras que la velocidad media de recorrido se calcula mediante la expresión:

$$\bar{v}_r = \frac{\sum_{i=1}^n [v_r(i)d_r(i)]}{\sum_{i=1}^n [d_r(i)]}$$

Donde:

$\bar{v}_r$  = velocidad media ponderada de recorrido

$v_r(i)$  = velocidad de recorrido en el tramo  $i$

$d_r(i)$  = distancia del tramo  $i$

$n$  = número de tramos en el sector

## ANEXO 3

### Aforos Vehiculares.

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo, ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones. Las distribuciones espaciales de los volúmenes de tránsito generalmente resultan del deseo de la gente por efectuar viajes entre determinados orígenes y destinos, llenando así una serie de satisfacciones y oportunidades ofrecidas por el medio ambiente circundante.

### 3. Estudios de volúmenes de tránsito

Los objetivos del estudio de volumen de tránsito son cuantificar la demanda del tránsito vehicular que pasa por una sección transversal de una vía, durante un periodo determinado; determinar la variación horaria de los volúmenes de tránsito, así como la distribución de la composición vehicular; determinar como se distribuye el tránsito en intersecciones viales, a través de las cuantificaciones de los volúmenes por tipo de movimiento y vehículo.

A continuación se describe el procedimiento de campo empleado en los conteos manuales de vehículos en intersecciones.

Para llevar a cabo el trabajo de campo en forma adecuada, es necesario desarrollar inicialmente una visita, esta permite elaborar un esquema del sitio con su geometría general, los movimientos vehiculares y el cuadro de fases donde se relaciona la secuencia de los diferentes movimientos.

La información de campo se registra en formatos de campo, en periodos de 15 minutos, clasificándolos de acuerdo con el tipo de movimiento y vehículo.

Para el caso de Ciudad Universitaria, el aforo vehicular se simplifica debido a que dentro de los circuitos de estudio solo se permite el tránsito a automóviles particulares, taxis y autobuses de pasajeros propios de la Universidad.

Los puntos de aforo fueron elegidos de acuerdo a la dinámica de la circulación, contando un flujo continuo y suponiendo como perdidas los autos que se estacionan y los que entran a las escuelas y dependencias. Los puntos de aforo se muestran en la figura A.3.1 y se detallan en la tabla A.3.1





Figura A.3.1 Ubicación de puntos de aforo vehicular en los Circuitos Interior y Escolar de CU

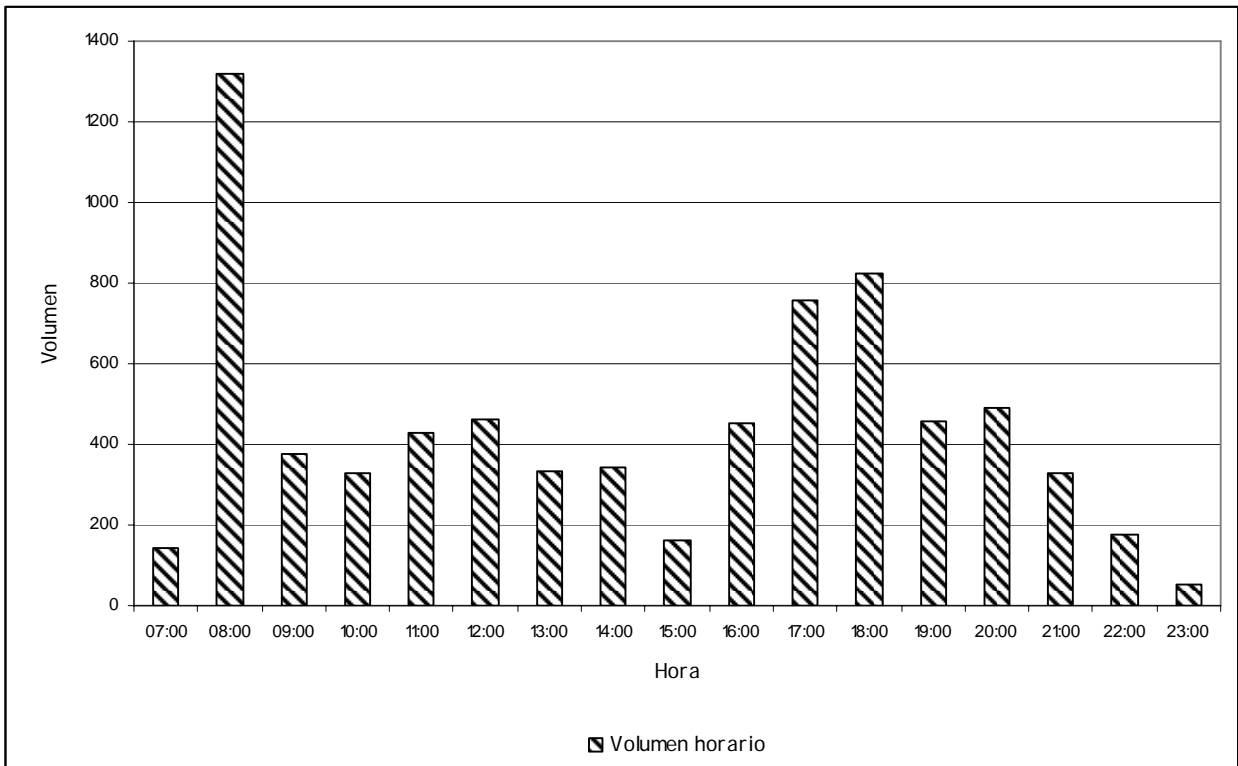
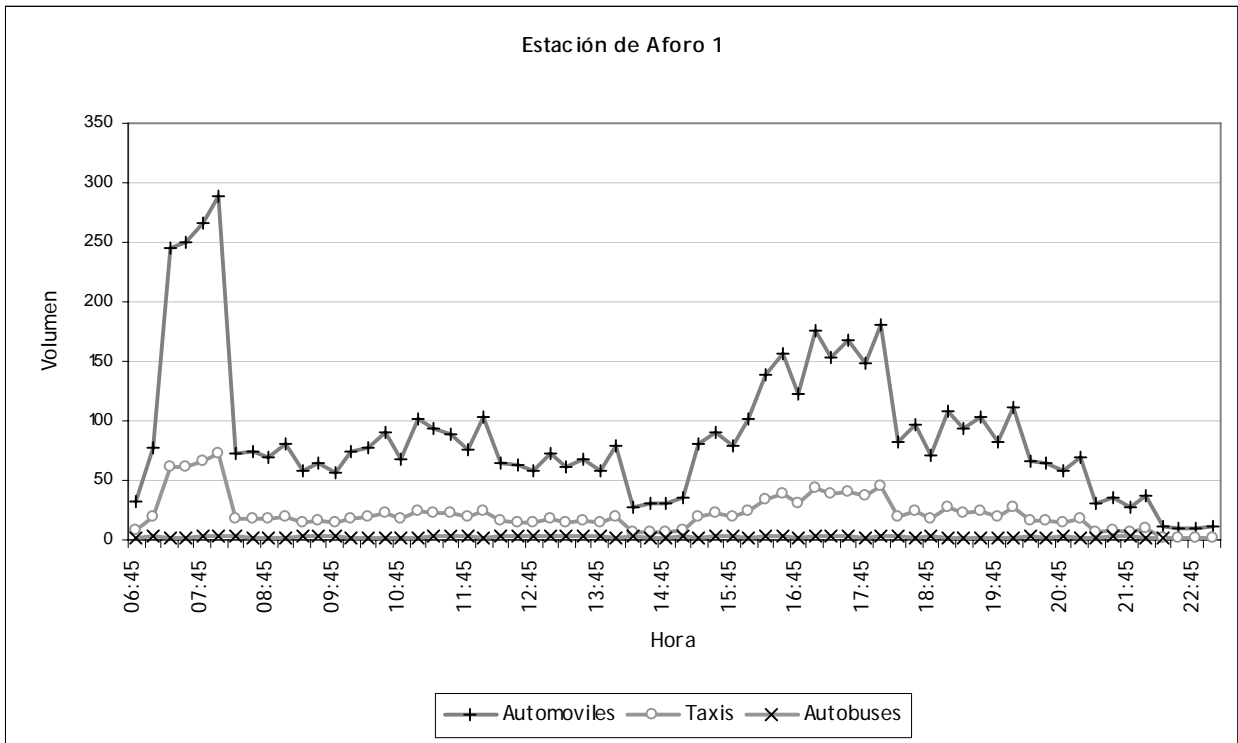
Id	Ubicación	Localización
1	Insurgentes	Lateral Insurgentes
2	Facultad de Economía	Circuito Interior
3	Facultad de Química	Circuito Escolar
4	Centro Médico	Circuito Escolar
5	Instituto de Psiquiatría	Circuito Interior
6	Facultad de Odontología	Circuito Escolar
7	Facultad de Psicología	Circuito Escolar

Tabla A.3.1 Detalle de los puntos de aforo en los Circuitos Interior y Escolar de CU

Fecha: 16/11/2006	Punto: 1	Ubicación: Lateral Insurgentes
		Sentido: Norte - Sur
Hora: 6:30 - 22:00	Condiciones atmosféricas: Normales	
Estado del pavimento: Bueno	Observaciones: No se contabilizaron los vehículos de carga, pues no tienen permitido el acceso al circuito universitario	

Hora		Vehículos				Hora		Vehículos			
		Automóviles	Autobuses	Taxis	Total			Automóviles	Autobuses	Taxis	Total
06:30	06:45	33	1	8	42	14:45	15:00	35	3	8	46
06:45	07:00	78	3	19	100	15:00	15:15	81	2	20	103
07:00	07:15	245	2	61	308	15:15	15:30	91	4	22	117
07:15	07:30	250	2	62	314	15:30	15:45	79	4	19	102
07:30	07:45	266	3	66	335	15:45	16:00	102	2	25	129
07:45	08:00	289	3	72	364	16:00	16:15	139	4	34	177
08:00	08:15	73	3	18	94	16:15	16:30	157	3	39	199
08:15	08:30	74	2	18	94	16:30	16:45	123	2	30	155
08:30	08:45	70	1	17	88	16:45	17:00	176	4	44	224
08:45	09:00	81	1	20	102	17:00	17:15	154	4	38	196
09:00	09:15	58	3	14	75	17:15	17:30	167	4	41	212
09:15	09:30	65	4	16	85	17:30	17:45	149	2	37	188
09:30	09:45	56	4	14	74	17:45	18:00	180	3	45	228
09:45	10:00	75	1	18	94	18:00	18:15	83	3	20	106
10:00	10:15	78	2	19	99	18:15	18:30	96	1	24	121
10:15	10:30	90	1	22	113	18:30	18:45	71	3	17	91
10:30	10:45	68	2	17	87	18:45	19:00	108	2	27	137
10:45	11:00	101	2	25	128	19:00	19:15	94	1	23	118
11:00	11:15	94	3	23	120	19:15	19:30	103	2	25	130
11:15	11:30	88	4	22	114	19:30	19:45	82	2	20	104
11:30	11:45	76	3	19	98	19:45	20:00	111	1	27	139
11:45	12:00	103	2	25	130	20:00	20:15	66	3	16	85
12:00	12:15	64	4	16	84	20:15	20:30	65	1	16	82
12:15	12:30	63	3	15	81	20:30	20:45	58	3	14	75
12:30	12:45	58	4	14	76	20:45	21:00	70	1	17	88
12:45	13:00	72	3	18	93	21:00	21:15	31	2	7	40
13:00	13:15	62	4	15	81	21:15	21:30	35	4	8	47
13:15	13:30	67	4	16	87	21:30	21:45	28	4	7	39
13:30	13:45	58	3	14	75	21:45	22:00	37	2	9	48
13:45	14:00	79	1	19	99	22:00	22:15	11	2	2	15
14:00	14:15	27	4	6	37	22:15	22:30	10		2	12
14:15	14:30	31	2	7	40	22:30	22:45	9		2	11
14:30	14:45	31	1	7	39	22:45	23:00	11		2	13

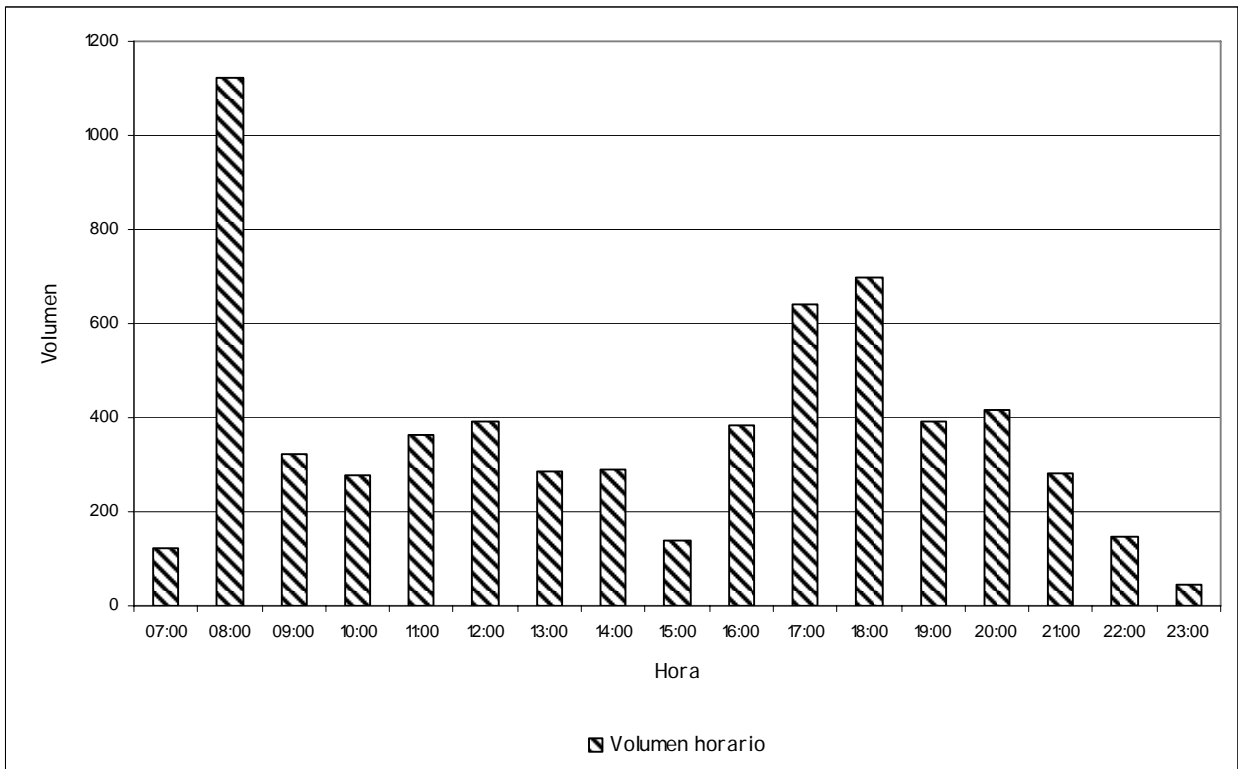
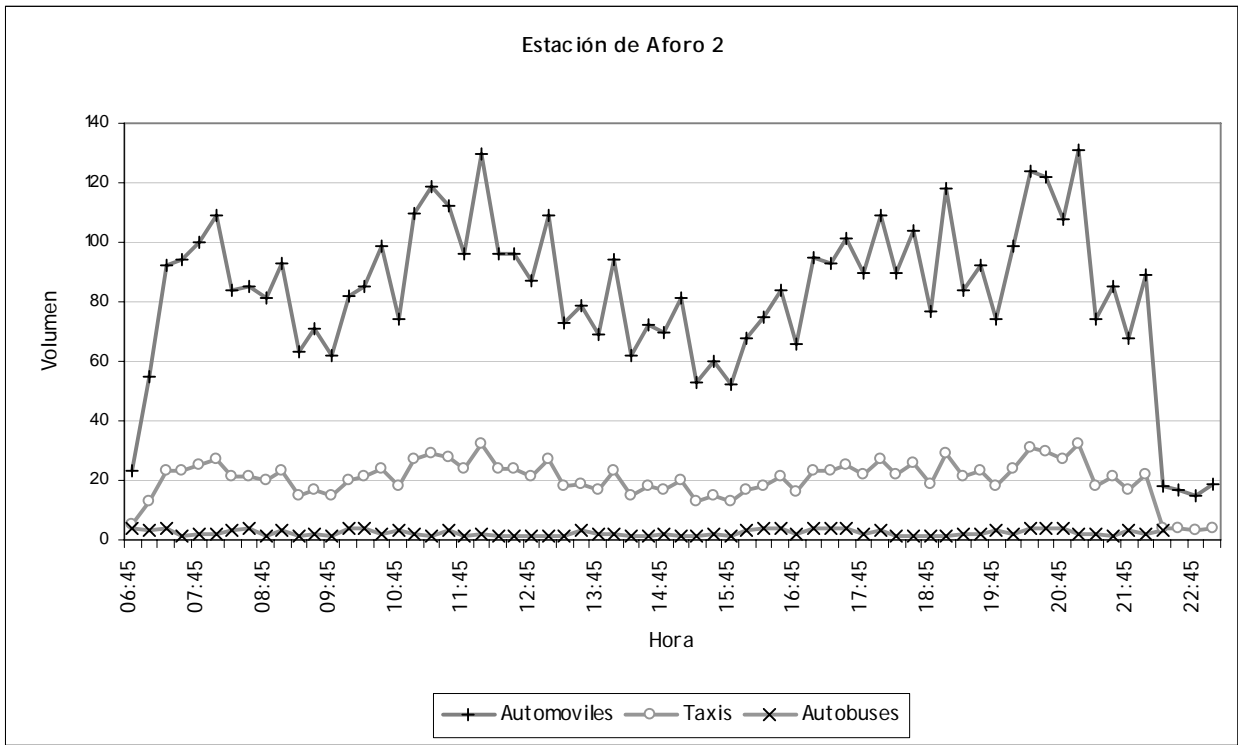
Máx VHMD: 1318	Máximo en el periodo: 363	FHP <sub>15</sub> : 0.91
----------------	---------------------------	--------------------------



Fecha: 17/11/2006 Punto: 2 Ubicación: Economía  
 Sentido: Filosofía - Economía  
 Hora: 6:30 - 22:00 Condiciones atmosféricas: Normales  
 Estado del pavimento: Bueno Observaciones: Viernes

Hora		Vehículos				Hora		Vehículos			
		Automóviles	Autobuses	Taxis	Total			Automóviles	Autobuses	Taxis	Total
06:30	06:45	28	1	7	36	14:45	15:00	35	1	8	44
06:45	07:00	67	3	16	86	15:00	15:15	81	3	20	104
07:00	07:15	208	1	52	261	15:15	15:30	91	1	22	114
07:15	07:30	212	3	53	268	15:30	15:45	79	4	19	102
07:30	07:45	226	2	56	284	15:45	16:00	102	4	25	131
07:45	08:00	246	4	61	311	16:00	16:15	139	3	34	176
08:00	08:15	62	4	15	81	16:15	16:30	157	4	39	200
08:15	08:30	63	2	15	80	16:30	16:45	123	2	30	155
08:30	08:45	59	2	14	75	16:45	17:00	176	4	44	224
08:45	09:00	68	2	17	87	17:00	17:15	154	2	38	194
09:00	09:15	49	3	12	64	17:15	17:30	167	3	41	211
09:15	09:30	55	1	13	69	17:30	17:45	149	4	37	190
09:30	09:45	48	2	12	62	17:45	18:00	180	1	45	226
09:45	10:00	63	4	15	82	18:00	18:15	83	2	20	105
10:00	10:15	66	2	16	84	18:15	18:30	96	4	24	124
10:15	10:30	77	3	19	99	18:30	18:45	71	2	17	90
10:30	10:45	57	3	14	74	18:45	19:00	108	1	27	136
10:45	11:00	85	1	21	107	19:00	19:15	94	1	23	118
11:00	11:15	80	4	20	104	19:15	19:30	103	4	25	132
11:15	11:30	75	3	18	96	19:30	19:45	82	3	20	105
11:30	11:45	64	3	16	83	19:45	20:00	111	1	27	139
11:45	12:00	87	1	21	109	20:00	20:15	66	4	16	86
12:00	12:15	54	3	13	70	20:15	20:30	65	3	16	84
12:15	12:30	54	3	13	70	20:30	20:45	58	1	14	73
12:30	12:45	49	4	12	65	20:45	21:00	70	4	17	91
12:45	13:00	61	3	15	79	21:00	21:15	31	1	7	39
13:00	13:15	52	4	13	69	21:15	21:30	35	1	8	44
13:15	13:30	57	1	14	72	21:30	21:45	28	3	7	38
13:30	13:45	49	3	12	64	21:45	22:00	37	4	9	50
13:45	14:00	67	1	16	84	22:00	22:15	11	3	2	16
14:00	14:15	23	2	5	30	22:15	22:30	10	2	2	14
14:15	14:30	27	2	6	35	22:30	22:45	9	1	2	12
14:30	14:45	26	2	6	34	22:45	23:00	11	3	2	16

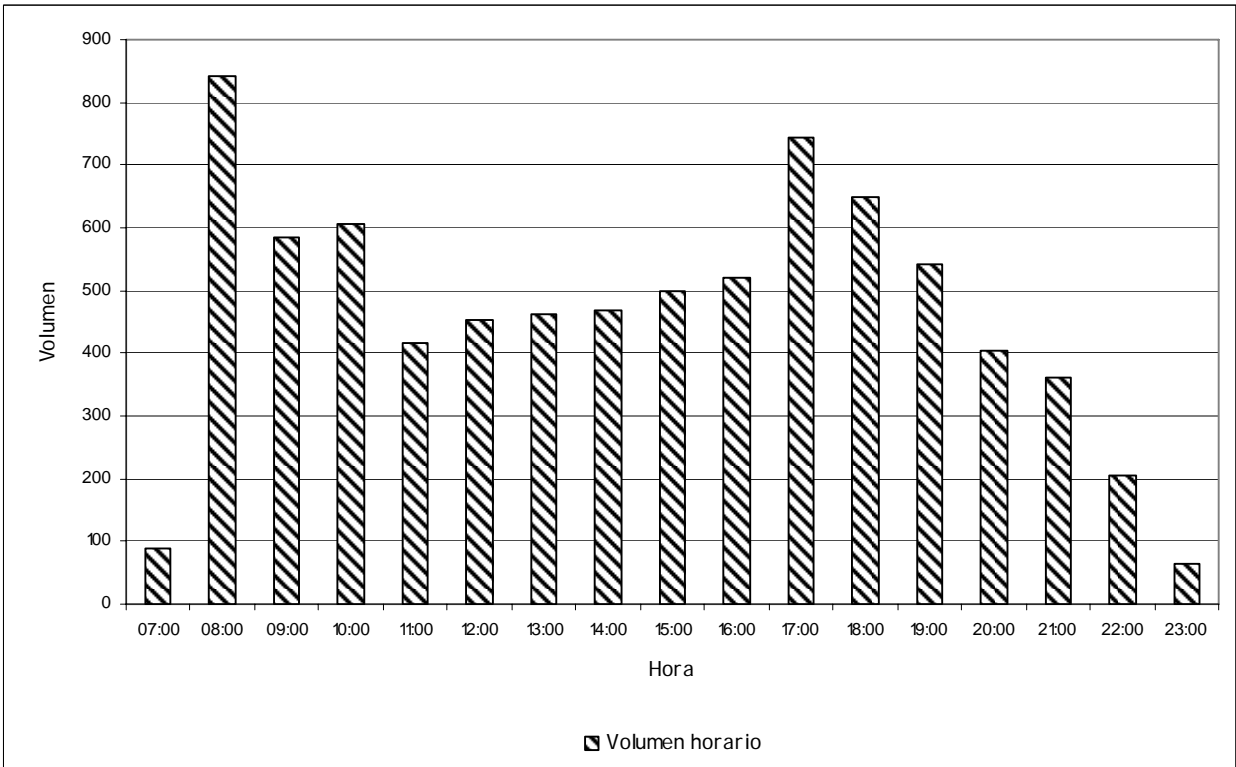
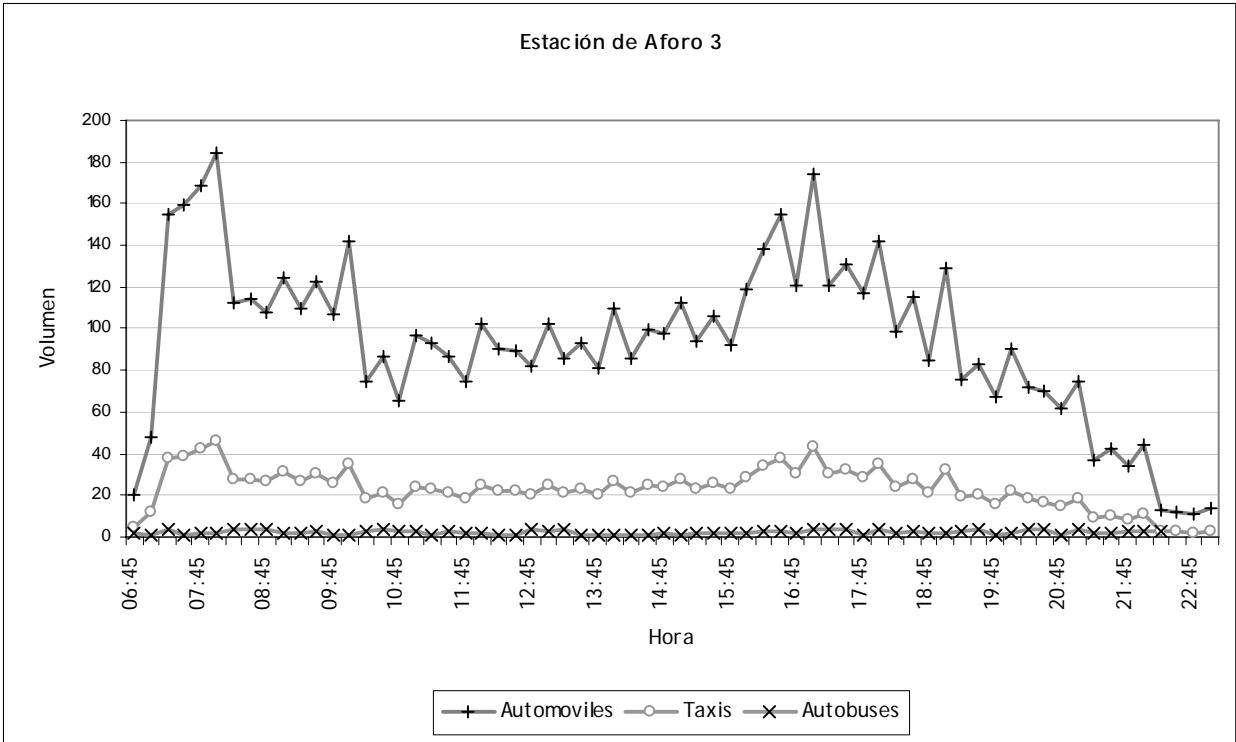
Máx VHMD: 1124 Máximo en el periodo: 311 FHP<sub>15</sub>: 0.903



Fecha: 21/11/2006 Punto: 3 Ubicación: Facultad de Química  
 Sentido: II Biomédicas - MUCA  
 Hora: 6:30 - 22:00 Condiciones atmosféricas: Normales  
 Estado del pavimento: Bueno Observaciones: Martes

Hora		Vehículos				Hora		Vehículos			
		Automóviles	Autobuses	Taxis	Total			Automóviles	Autobuses	Taxis	Total
06:30	06:45	20	2	5	27	14:45	15:00	112	1	28	141
06:45	07:00	48	1	12	61	15:00	15:15	94	2	23	119
07:00	07:15	155	4	38	197	15:15	15:30	106	2	26	134
07:15	07:30	159	1	39	199	15:30	15:45	92	2	23	117
07:30	07:45	169	2	42	213	15:45	16:00	119	2	29	150
07:45	08:00	184	2	46	232	16:00	16:15	138	3	34	175
08:00	08:15	112	4	28	144	16:15	16:30	155	3	38	196
08:15	08:30	114	4	28	146	16:30	16:45	121	2	30	153
08:30	08:45	108	4	27	139	16:45	17:00	174	4	43	221
08:45	09:00	124	2	31	157	17:00	17:15	121	4	30	155
09:00	09:15	110	2	27	139	17:15	17:30	131	4	32	167
09:15	09:30	123	3	30	156	17:30	17:45	117	1	29	147
09:30	09:45	107	1	26	134	17:45	18:00	142	4	35	181
09:45	10:00	142	1	35	178	18:00	18:15	99	2	24	125
10:00	10:15	75	3	18	96	18:15	18:30	115	3	28	146
10:15	10:30	87	4	21	112	18:30	18:45	85	2	21	108
10:30	10:45	65	3	16	84	18:45	19:00	129	2	32	163
10:45	11:00	97	3	24	124	19:00	19:15	76	3	19	98
11:00	11:15	93	1	23	117	19:15	19:30	83	4	20	107
11:15	11:30	87	3	21	111	19:30	19:45	67	1	16	84
11:30	11:45	75	2	18	95	19:45	20:00	90	2	22	114
11:45	12:00	102	2	25	129	20:00	20:15	72	4	18	94
12:00	12:15	90	1	22	113	20:15	20:30	70	4	17	91
12:15	12:30	89	1	22	112	20:30	20:45	62	1	15	78
12:30	12:45	82	4	20	106	20:45	21:00	75	4	18	97
12:45	13:00	102	3	25	130	21:00	21:15	37	2	9	48
13:00	13:15	86	4	21	111	21:15	21:30	42	2	10	54
13:15	13:30	93	1	23	117	21:30	21:45	34	3	8	45
13:30	13:45	81	1	20	102	21:45	22:00	44	3	11	58
13:45	14:00	110	1	27	138	22:00	22:15	13	3	3	19
14:00	14:15	86	1	21	108	22:15	22:30	12		3	15
14:15	14:30	100	1	25	126	22:30	22:45	11		2	13
14:30	14:45	98	2	24	124	22:45	23:00	14		3	17

Máx VHMD: 841      Máximo en el periodo: 232      FHP<sub>15</sub>: 0.906

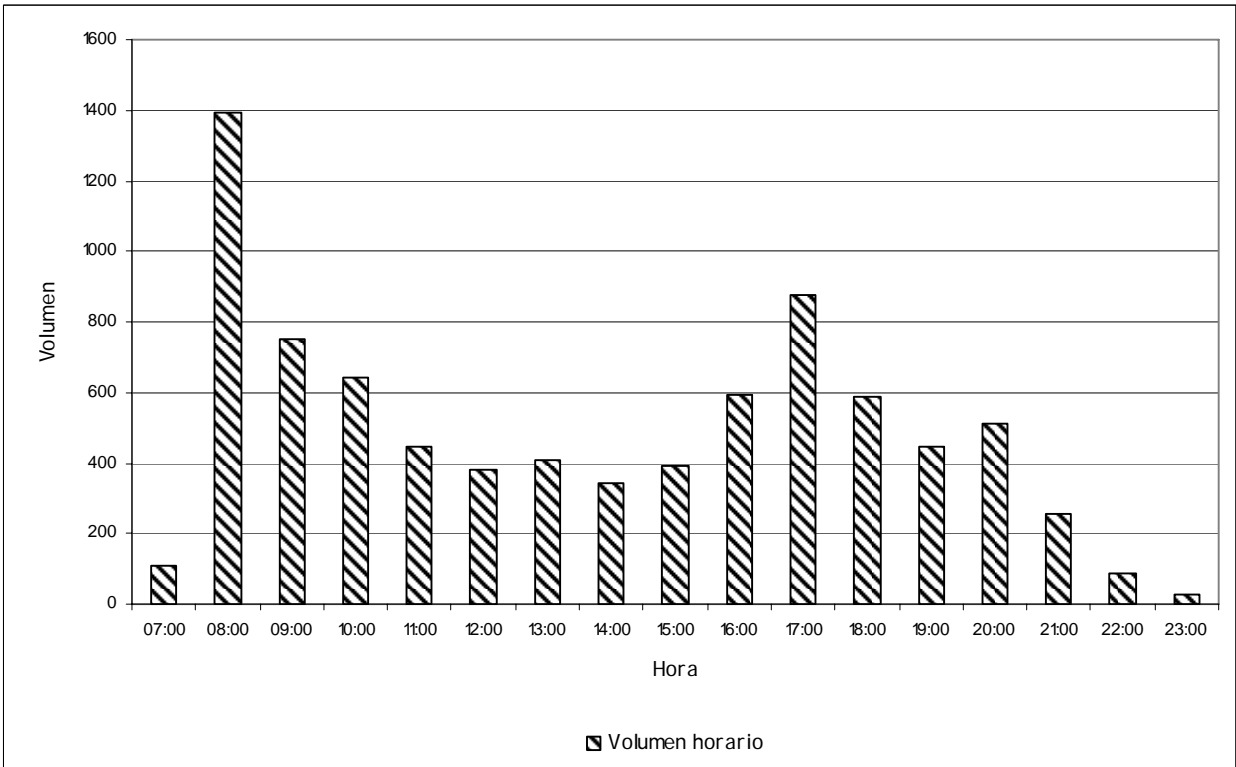
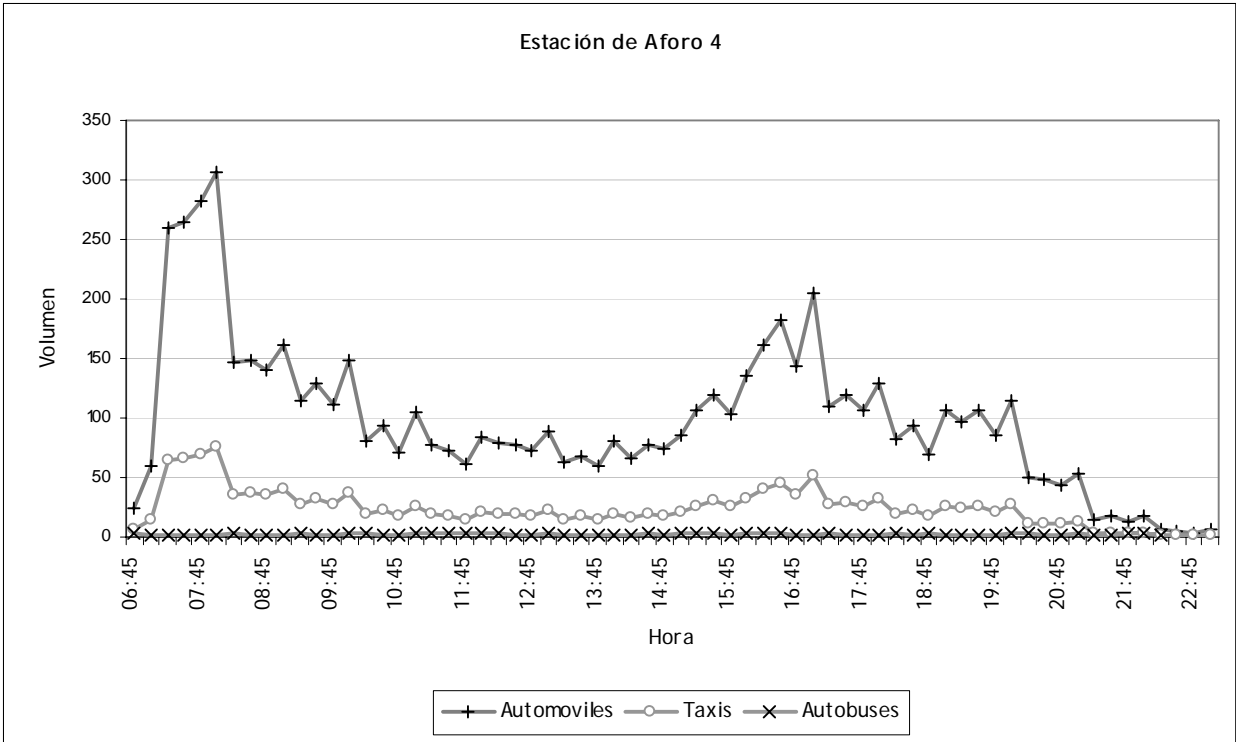


Fecha: 22/11/2006 Punto: 4 Ubicación: Centro Médico  
 Sentido: Centro Médico - IIMAS  
 Hora: 6:30 - 22:00 Condiciones atmosféricas: Normales  
 Estado del pavimento: Bueno Observaciones: Miércoles

Hora		Vehículos				Hora		Vehículos			
		Automóviles	Autobuses	Taxis	Total			Automóviles	Autobuses	Taxis	Total
06:30	06:45	25	3	6	34	14:45	15:00	86	4	21	111
06:45	07:00	59	1	14	74	15:00	15:15	106	3	26	135
07:00	07:15	259	1	64	324	15:15	15:30	120	4	30	154
07:15	07:30	265	1	66	332	15:30	15:45	104	2	26	132
07:30	07:45	282	1	70	353	15:45	16:00	135	4	33	172
07:45	08:00	307	2	76	385	16:00	16:15	162	4	40	206
08:00	08:15	146	4	36	186	16:15	16:30	182	4	45	231
08:15	08:30	148	2	37	187	16:30	16:45	143	1	35	179
08:30	08:45	140	2	35	177	16:45	17:00	205	2	51	258
08:45	09:00	161	1	40	202	17:00	17:15	110	3	27	140
09:00	09:15	115	4	28	147	17:15	17:30	119	2	29	150
09:15	09:30	129	1	32	162	17:30	17:45	106	2	26	134
09:30	09:45	112	1	28	141	17:45	18:00	129	1	32	162
09:45	10:00	149	4	37	190	18:00	18:15	82	3	20	105
10:00	10:15	81	3	20	104	18:15	18:30	94	2	23	119
10:15	10:30	94	1	23	118	18:30	18:45	70	4	17	91
10:30	10:45	71	2	17	90	18:45	19:00	106	1	26	133
10:45	11:00	105	3	26	134	19:00	19:15	97	2	24	123
11:00	11:15	77	4	19	100	19:15	19:30	106	2	26	134
11:15	11:30	72	3	18	93	19:30	19:45	85	2	21	108
11:30	11:45	62	3	15	80	19:45	20:00	114	4	28	146
11:45	12:00	84	4	21	109	20:00	20:15	50	4	12	66
12:00	12:15	79	4	19	102	20:15	20:30	49	2	12	63
12:15	12:30	78	2	19	99	20:30	20:45	44	1	11	56
12:30	12:45	72	1	18	91	20:45	21:00	53	3	13	69
12:45	13:00	89	4	22	115	21:00	21:15	15	1	3	19
13:00	13:15	63	2	15	80	21:15	21:30	17	2	4	23
13:15	13:30	68	2	17	87	21:30	21:45	13	3	3	19
13:30	13:45	60	1	15	76	21:45	22:00	17	4	4	25
13:45	14:00	81	1	20	102	22:00	22:15	6	1	1	8
14:00	14:15	66	2	16	84	22:15	22:30	5		1	6
14:15	14:30	77	4	19	100	22:30	22:45	4		1	5
14:30	14:45	75	2	18	95	22:45	23:00	6		1	7

Máx VHMD: 1394 Máximo en el periodo: 385 FHP<sub>15</sub>: 0.905

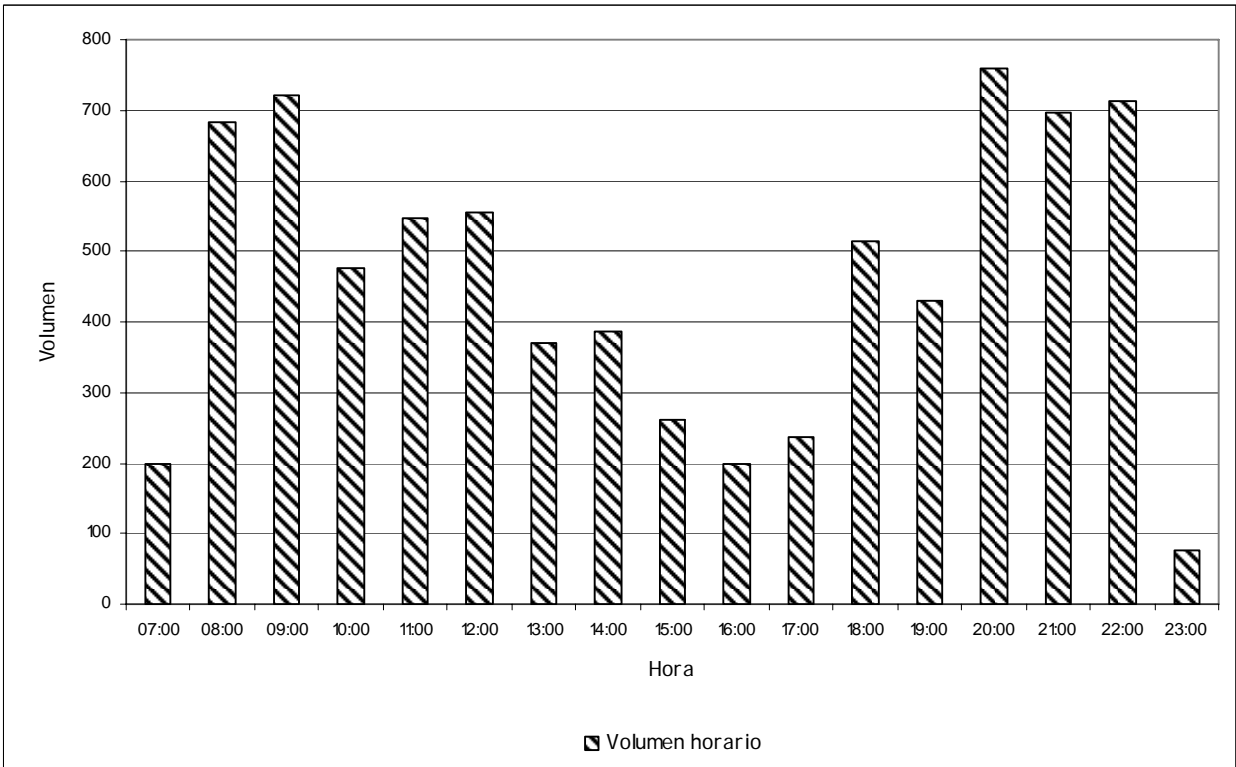
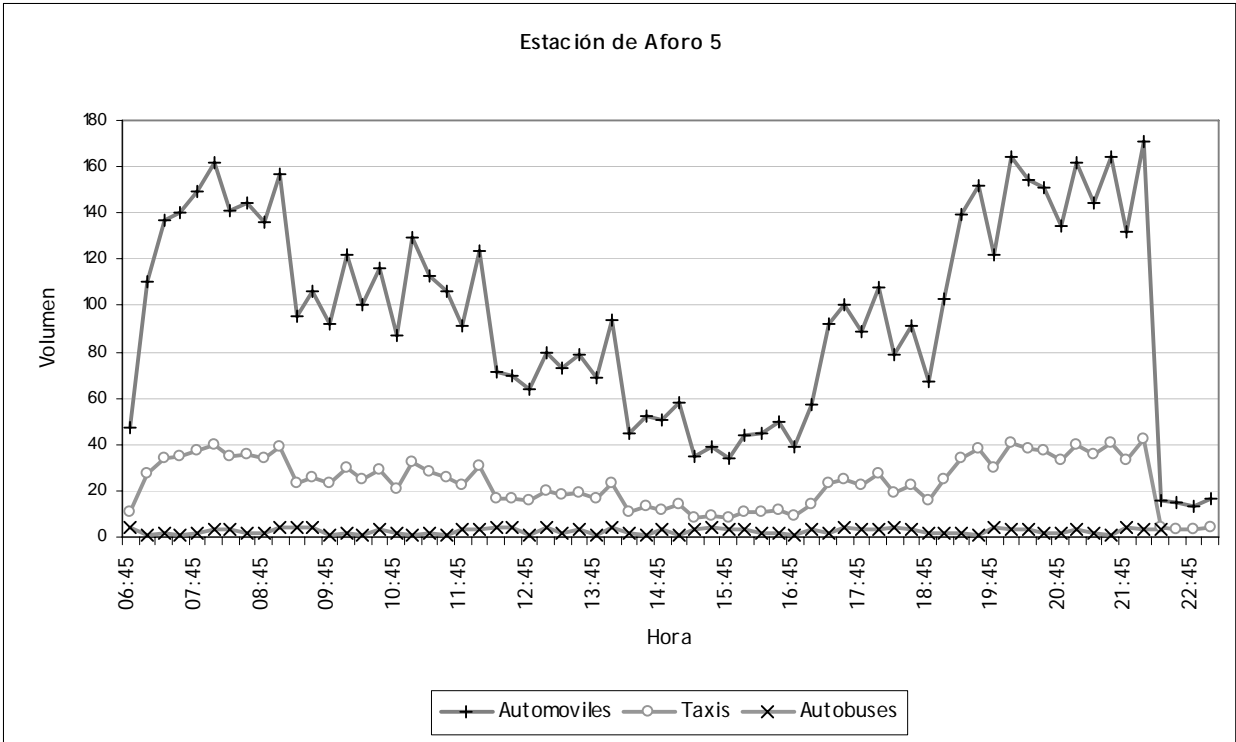




Fecha: 23/11/2006 Punto: 5 Ubicación: Instituto de Psiquiatría  
 Sentido: Sur - Norte  
 Hora: 6:30 - 22:00 Condiciones atmosféricas: Normales  
 Estado del pavimento: Bueno Observaciones: Jueves

Hora		Vehículos				Hora		Vehículos			
		Automóviles	Autobuses	Taxis	Total			Automóviles	Autobuses	Taxis	Total
06:30	06:45	47	3	11	73	14:45	15:00	58	1	14	73
06:45	07:00	110	1	27	47	15:00	15:15	35	4	8	47
07:00	07:15	126	2	31	51	15:15	15:30	39	3	9	51
07:15	07:30	129	2	32	44	15:30	15:45	34	2	8	44
07:30	07:45	137	2	34	57	15:45	16:00	44	2	11	57
07:45	08:00	149	1	37	55	16:00	16:15	43	2	10	55
08:00	08:15	140	2	35	62	16:15	16:30	48	2	12	62
08:15	08:30	143	1	35	50	16:30	16:45	38	3	9	50
08:30	08:45	135	4	33	71	16:45	17:00	54	4	13	71
08:45	09:00	155	1	38	122	17:00	17:15	96	2	24	122
09:00	09:15	85	3	21	131	17:15	17:30	104	1	26	131
09:15	09:30	96	3	24	117	17:30	17:45	93	1	23	117
09:30	09:45	83	1	20	145	17:45	18:00	113	4	28	145
09:45	10:00	110	3	27	98	18:00	18:15	78	1	19	98
10:00	10:15	100	3	25	116	18:15	18:30	90	4	22	116
10:15	10:30	116	1	29	87	18:30	18:45	67	4	16	87
10:30	10:45	87	2	21	130	18:45	19:00	102	3	25	130
10:45	11:00	129	3	32	184	19:00	19:15	144	4	36	184
11:00	11:15	114	4	28	200	19:15	19:30	158	3	39	200
11:15	11:30	106	1	26	160	19:30	19:45	126	3	31	160
11:30	11:45	92	4	23	215	19:45	20:00	170	3	42	215
11:45	12:00	124	3	31	179	20:00	20:15	142	2	35	179
12:00	12:15	71	3	17	174	20:15	20:30	139	1	34	174
12:15	12:30	71	4	17	156	20:30	20:45	124	1	31	156
12:30	12:45	65	3	16	188	20:45	21:00	150	1	37	188
12:45	13:00	81	1	20	169	21:00	21:15	133	3	33	169
13:00	13:15	70	2	17	190	21:15	21:30	151	2	37	190
13:15	13:30	76	2	19	154	21:30	21:45	121	3	30	154
13:30	13:45	66	4	16	201	21:45	22:00	158	4	39	201
13:45	14:00	90	3	22	21	22:00	22:15	16	1	4	21
14:00	14:15	44	2	11	18	22:15	22:30	15		3	18
14:15	14:30	52	1	13	16	22:30	22:45	13		3	16
14:30	14:45	50	2	12	21	22:45	23:00	17		4	21

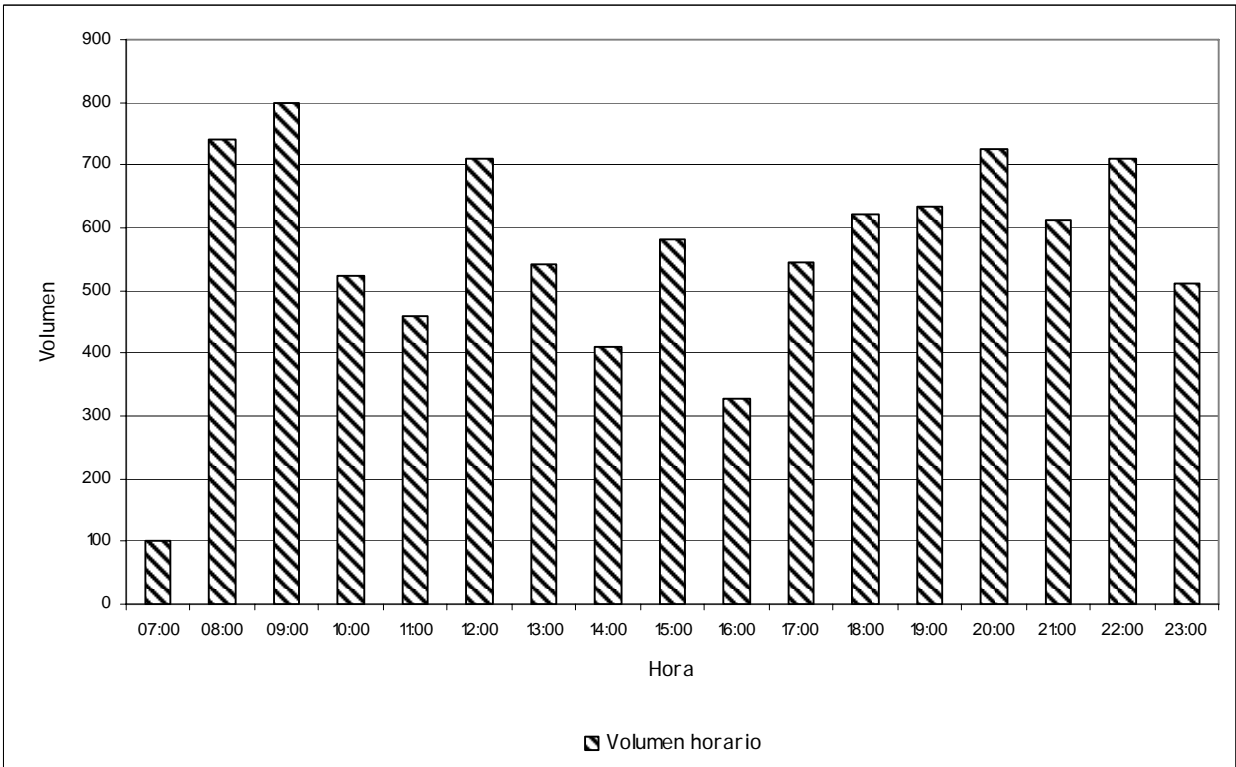
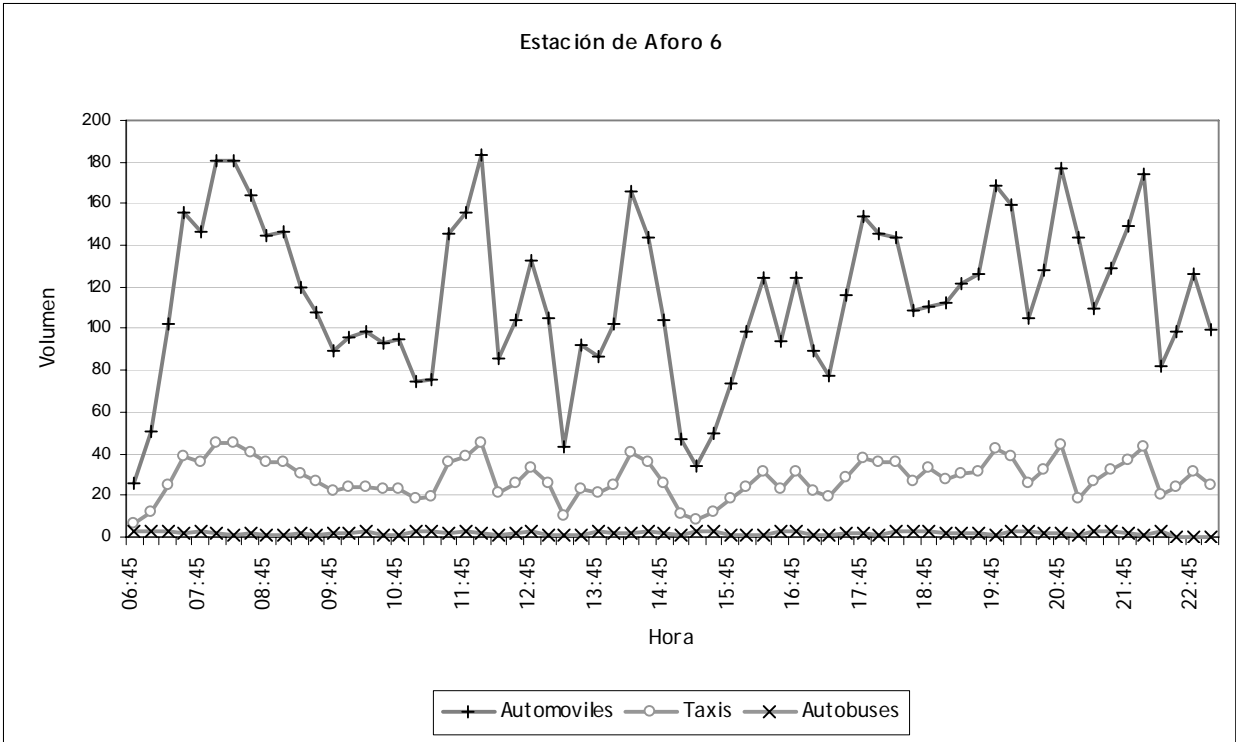
Máx VHMD: 759 Máximo en el periodo: 215 FHP<sub>15</sub>: 0.883



Fecha: 21/11/2006 Punto: 6 Ubicación: Facultad de Odontología  
 Sentido: I Psiquiatria - Av. Universidad  
 Hora: 6:30 - 22:00 Condiciones atmosféricas: Normales  
 Estado del pavimento: Bueno Observaciones: Miércoles

Hora		Vehículos				Hora		Vehículos			
		Automóviles	Autobuses	Taxis	Total			Automóviles	Autobuses	Taxis	Total
06:30	06:45	26	3	6	35	14:45	15:00	47	1	11	59
06:45	07:00	51	3	12	66	15:00	15:15	34	3	8	45
07:00	07:15	102	3	25	130	15:15	15:30	50	3	12	65
07:15	07:30	156	2	39	197	15:30	15:45	74	1	18	93
07:30	07:45	147	3	36	186	15:45	16:00	99	1	24	124
07:45	08:00	181	2	45	228	16:00	16:15	124	1	31	156
08:00	08:15	181	1	45	227	16:15	16:30	94	3	23	120
08:15	08:30	164	2	41	207	16:30	16:45	124	3	31	158
08:30	08:45	145	1	36	182	16:45	17:00	89	1	22	112
08:45	09:00	147	1	36	184	17:00	17:15	77	1	19	97
09:00	09:15	120	2	30	152	17:15	17:30	116	2	29	147
09:15	09:30	108	1	27	136	17:30	17:45	154	2	38	194
09:30	09:45	89	2	22	113	17:45	18:00	146	1	36	183
09:45	10:00	96	2	24	122	18:00	18:15	144	3	36	183
10:00	10:15	99	3	24	126	18:15	18:30	109	3	27	139
10:15	10:30	93	1	23	117	18:30	18:45	110.5	3	33	170
10:30	10:45	95	1	23	119	18:45	19:00	112	2	28	142
10:45	11:00	75	3	18	96	19:00	19:15	122	2	30	154
11:00	11:15	76	3	19	98	19:15	19:30	126	2	31	159
11:15	11:30	146	2	36	184	19:30	19:45	169	1	42	212
11:30	11:45	156	3	39	198	19:45	20:00	159	3	39	201
11:45	12:00	183	2	45	230	20:00	20:15	105	3	26	134
12:00	12:15	86	1	21	108	20:15	20:30	128	2	32	162
12:15	12:30	104	2	26	132	20:30	20:45	177	2	44	223
12:30	12:45	133	3	33	169	20:45	21:00	143.5	1	18	93
12:45	13:00	105	1	26	132	21:00	21:15	110	3	27	140
13:00	13:15	43	1	10	54	21:15	21:30	129	3	32	164
13:15	13:30	92	1	23	116	21:30	21:45	149	2	37	188
13:30	13:45	87	3	21	111	21:45	22:00	174	1	43	218
13:45	14:00	102	2	25	129	22:00	22:15	82	3	20	105
14:00	14:15	166	2	41	209	22:15	22:30	99	0	24	123
14:15	14:30	144	3	36	183	22:30	22:45	126	0	31	157
14:30	14:45	104	2	26	132	22:45	23:00	100	0	25	125

Máx VHMD: 800 Máximo en el periodo: 230 FHP<sub>15</sub>: 0.869



Fecha: 28/11/2006 Punto: 7 Ubicación: Facultad de Psicología  
 Sentido: Av. Universidad - Av. Insurgentes  
 Hora: 6:30 - 23:00 Condiciones atmosféricas: Normales  
 Estado del pavimento: Bueno Observaciones: Martes

Hora		Vehículos				Hora		Vehículos			
		Automóviles	Autobuses	Taxis	Total			Automóviles	Autobuses	Taxis	Total
06:30	06:45	5	1	1	7	14:45	15:00	77	2	19	98
06:45	07:00	12	3	3	18	15:00	15:15	65	2	16	83
07:00	07:15	35	2	8	45	15:15	15:30	73	1	18	92
07:15	07:30	36	2	9	47	15:30	15:45	63	1	15	79
07:30	07:45	38	4	9	51	15:45	16:00	82	1	20	103
07:45	08:00	42	2	10	54	16:00	16:15	90	2	22	114
08:00	08:15	93	3	23	119	16:15	16:30	101	1	25	127
08:15	08:30	95	2	23	120	16:30	16:45	79	2	19	100
08:30	08:45	90	2	22	114	16:45	17:00	114	1	28	143
08:45	09:00	104	4	26	134	17:00	17:15	106	2	26	134
09:00	09:15	110	1	27	138	17:15	17:30	115	1	28	144
09:15	09:30	123	4	30	157	17:30	17:45	103	4	25	132
09:30	09:45	107	1	26	134	17:45	18:00	124	3	31	158
09:45	10:00	142	2	35	179	18:00	18:15	110	3	27	140
10:00	10:15	169	2	42	213	18:15	18:30	127	2	31	160
10:15	10:30	196	1	49	246	18:30	18:45	94	3	23	120
10:30	10:45	147	1	36	184	18:45	19:00	143	1	35	179
10:45	11:00	219	2	54	275	19:00	19:15	209	2	52	263
11:00	11:15	204	2	51	257	19:15	19:30	229	2	57	288
11:15	11:30	191	1	47	239	19:30	19:45	184	2	46	232
11:30	11:45	165	4	41	210	19:45	20:00	247	4	61	312
11:45	12:00	223	4	55	282	20:00	20:15	258	4	64	326
12:00	12:15	100	4	25	129	20:15	20:30	253	4	63	320
12:15	12:30	99	2	24	125	20:30	20:45	224	3	56	283
12:30	12:45	91	3	22	116	20:45	21:00	272	1	68	341
12:45	13:00	113	2	28	143	21:00	21:15	145	3	36	184
13:00	13:15	102	2	25	129	21:15	21:30	165	1	41	207
13:15	13:30	110	2	27	139	21:30	21:45	133	2	33	168
13:30	13:45	97	3	24	124	21:45	22:00	173	3	43	219
13:45	14:00	131	3	32	166	22:00	22:15	61	2	15	78
14:00	14:15	59	3	14	76	22:15	22:30	58		14	72
14:15	14:30	68	3	17	88	22:30	22:45	50		12	62
14:30	14:45	66	4	16	86	22:45	23:00	65		16	81

Máx VHMD: 1270 Máximo en el periodo: 341 FHP<sub>15</sub>: 0.931

