



JUNTA DIRECTIVA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano: Arq. Carlos Enrique Yalladares Cerezo

Yocal I : Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz

Yocal II : Arq. Efraín de Jesús Amaya Caravantes

Yocal III : Arq. Carlos Enrique Martini Herrera

Yocal IV : Br. Javier Alberto Girón Díaz

Yocal V : Br. Omar Alexander Serrano de la Yega

Secretario : Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Decano: Arq. Carlos Enrique Yalladares Cerezo

Secretario: Arq. Alejandro Muñoz Calderón

Examinador: Arq. Héctor S. Castro Monterroso

Examinador: Arq. Víctor P. Díaz U.

Examinador: Arq. Fernando Arriola

ASESOR DE TESIS:



ARQ. Héctor S. Castro Monterroso

IMPRIMASE

ARQ. CARLOS ENRIQUE YALLADARES CEREZO
DECANO

ARQ. Héctor Santiago Castro Monterroso
ASESOR

José Humberto Figueroa Gálvez
SUSTENTANTE



Acto que dedico:

AL TODO PODEROSO POR TANTAS BENDICIONES QUE HA DERRAMADO A LO LARGO DE MI EXISTENCIA.

A MI PATRIA GUATEMALA.

A LAS INSTITUCIONES DEL ESTADO QUE ME PROPORCIONARON EL TIEMPO PARA PODER ESTUDIAR:

MAGA

Comisión México – Guatemala para la prevención y control de la Roya del Cafeto.

A MIS PADRES:

José Humberto Figueroa Mancilla

Clara Otilia Gálvez Gámez de Figueroa.

A MIS ABUELOS (+) Eterna gratitud

A MI HIJA: María José.

A MIS HERMANOS: Alfredo, Edy, Estuardo, Guísela.

A MIS AMIGOS: Que me han brindado su amistad sincera y los que ya no están Pedro Aquino (+), Ing. Otto de León (+)

A MIS ASESORES: ARQ. Héctor Castro Monterroso por su sabia orientación, a los arquitectos Víctor Díaz, Fernando Arriola por su apoyo incondicional y al arq. Erick Cifuentes.

En especial: Al arquitecto Omar Marroquín Pacheco y Betty Herrera de León.



Introducción	01
Antecedente del tema	02
Evolución del tema problema	03
Justificación del tema	04
Objetivos generales y específicos	05
Parte teórica	07
Desarrollo metodológico	07
Delimitación del tema	08
Metodología	08



JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

.....
..... 09

ALCANCE Y LIMITACIONES

.....
..... 10

CAPÍTULO I

.....
..... 11

CONSIDERACIONES GENERALES

.....
..... 11

CUADRO 1: PROYECCIÓN DE POBLACIÓN ESTUDIANTE EL AÑO 2000-2010

..... 12

GRÁFICA 1: COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN NACIONAL Y LA ESTRUCTURA DE LA MISMA.

..... 13

PLANIFICACIÓN URBANA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

.....
..... 14

ANÁLISIS VIAL DE LA CIRCULACIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA

..... 16

CUADRO 2: NÚMERO DE TRAMOS, LONGITUD Y ANCHO DEL BOULEVARD UNIVERSITARIO Y ENLACE CON EL ANILLO PERIFÉRICO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

..... 17

CUADRO 3: ANÁLISIS POR TRAMOS EN LA VIALIDAD DEL CAMPUS CENTRAL DE LA USAC

..... 18

PLANO 1: NÚMERO DE TRAMOS DEL BOULEVARD UNIVERSITARIO Y EL ENLACE CON EL ANILLO PERIFÉRICO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

..... 19

CUADRO 4: CURVAS EXISTENTES, PUNTOS DE INFLEXIÓN, GRADOS Y RADIOS DE CURVATURAS



Y VELOCIDADES DE DISEÑO

..... 20

CUADRO 5: ANÁLISIS DE TRAMOS

..... 21

FIGURA 2: CONDICIONES ACTUALES DE DISEÑO PARA QUE LOS VEHÍCULOS CIRCULEN CON

SEGURIDAD. 22

CUADRO 6: ESTACIÓN AVENIDA PETAPA

..... 23

CUADRO 7: SENTIDO AVENIDA PETAPA –USAC

.....24

GRÁFICA 4: SENTIDO AVENIDA PETAPA – UNIVERSIDAD

..... 24

GRÁFICA 5: VOLÚMENES POR TIPO DE VEHÍCULO

..... 25

CUADRO 8: SENTIDO UNIVERSIDAD- AVENIDA PETAPA

..... 26



GRÁFICA 6: VOLÚMENES POR TIPO DE VEHÍCULO

.....
.....27

GRÁFICA 7: VOLÚMENES POR TIPO DE VEHÍCULO

.....
..... 28

CUADRO 9: SENTIDO USAC- PERIFÉRICO

.....
.....29

GRÁFICA 8: VOLUMEN HORARIO USAC – ANILLO PERIFÉRICO

.....29

GRÁFICA 7A: VOLÚMENES POR TIPO DE VEHÍCULO

.....
.....30

CUADRO 10: ESTACIÓN ANILLO PERIFÉRICO

.....
.....31

GRÁFICA 9: VOLUMEN HORARIO ANILLO PERIFÉRICO – USAC

..... 32

GRÁFICO 10: VOLUMEN HORARIO AVENIDA PETAPA -USAC

..... 33

CUADRO 11: SENTIDO UNIVERSIDAD – ANILLO PERIFÉRICO

.....
34

GRÁFICA 11: SENTIDO UNIVERSIDAD – ANILLO PERIFÉRICO

.....
34

GRÁFICA 12: VOLÚMENES POR TIPO DE VEHÍCULO

.....
..... 35



CUADRO 12: SENTIDO ANILLO PERIFÉRICO – USAC

.....
..... 36

GRÁFICA 13: SENTIDO ANILLO PERIFÉRICO – USAC

.....
..... 36

GRÁFICA 14: VOLÚMENES POR TIPO DE VEHÍCULO

.....
..... 37

CUADRO 13: SENTIDO AVENIDA PETAPA – USAC

.....
..... 38

GRÁFICA 15: SENTIDO AVENIDA PETAPA – USAC

.....
..... 38

GRÁFICA 16: VOLÚMENES POR TIPO DE VEHÍCULO

.....
..... 39

FIGURA 2: LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE APOYO Y DIAGRAMA DE FLUJO

..... 40

CUADRO 14: VOLÚMENES TOTALES POR TIPO DE VEHÍCULO, EL TOTAL POR SENTIDO Y EL TOTAL DIARIO Plan Maestro Yial USAC 41

CUADRO 15: DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y FACTOR DE DISTRIBUCIÓN, Plan Maestro Yial USAC

..... 43

CUADRO 16: DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL POR SENTIDO SEGÚN ESTACIÓN. Plan Maestro Yial USAC

..... 43

GRÁFICA 19: Año 2006 cantidad de vehículos por tipo Avenida Petapa

..... 44

CUADRO 17: Número de estudiantes por año y tasa de crecimiento USAC 2000 – 2006

..... 45



Gráfica 18: Número de estudiantes por año

.....
..... 46

Cuadro 18: Parque vehicular y tasa de crecimiento del Departamento de Guatemala 2000 – 2006 47

Cuadro 19: Proyecciones del tránsito

.....
..... 48

Gráfica 19: Año 2006 cantidad de vehículos por tipo Avenida Petapa

..... 49

Gráfica 20: Año 2006 cantidad de vehículos por tipo Anillo Periférico

..... 50

Conclusiones del Capítulo I

.....
..... 51

Recomendaciones Capítulo

I.
..... 52

Capítulo II

.....
..... 53

Aspectos teóricos Metodológicos

.....
..... 53

Tráfico y sistema vial

..... 54

Transporte de personas

.....
..... 55



Limitaciones urgentes de superar

.....
..... 56

Nivel normal

.....
..... 57

Desarrollo de un ejemplo en la Facultad de Arquitectura de la USAC

..... 57

Gráfica 21: Estacionamientos demandados por Unidad Académica año 2007

..... 59

Gráfica 22: Estacionamientos demandados por Unidad Académica año 2022

.....60

Gráfica 23: Tiempo de traslado de las puertas de la USAC a las Unidades Académicas o Ejecutoras 61

Cuadro 20: Tiempo de traslado de las puertas de la USAC a las Unidades Académicas o Ejecutoras62

Cuadro 21: Tiempo de traslado de las puertas del Campus Central de la USAC por Unidades

.....63

Gráfica 24: Tiempo de traslado de las Unidades Académicas o Ejecutoras a las puertas de la USAC64

Gráfico 22: Tiempo utilizado de las Unidades Académicas o Ejecutoras a las Puertas Campus Central de la USAC65

Cuadro 23: Tiempo utilizado de las Unidades Académicas o Ejecutoras a las Puertas Campus Central de la USAC67

Cuadro 24: Estacionamientos demandados por Unidad Académica año 2005

.....68

Gráfica 25: Tiempo utilizado para trasladarse a las puertas de la USAC desde las Unidades Académicas69

Cuadro 25: Estacionamientos demandados por Unidades Académicas año 2005

.....70

Cuadro 26: Estacionamientos demandados por Unidades Académicas año 2022

.....71

Capítulo III

.....
.....72



Los estacionamientos como externalidades.
.....72

Las externalidades negativas de la falta de estacionamientos
.....72

Gráfica 26: Costos por flujos vehiculares
.....
.....73

El valor económico del tiempo
.....
.....75

Valor económico del tiempo de estudio
.....
.....76

Gráfica 27: Valor económico del tiempo libre
.....
.....77

Control del tránsito en el Campus Universitario
.....
.....79

Técnicas de control
.....
.....79

Desarrollo de un plan maestro
.....
.....80



CONTROLES DE DESARROLLO

.....81

Política social, económica y medio ambiental

.....81

Causas de la congestión vehicular en la Ciudad Universitaria y estrategias para abatirla

.....83

Deficiente construcción de infraestructura vial

.....83

Preferencia de viajar en automóvil privado

.....84

Tres principios para analizar el tránsito vehicular.

.....85

Dos estrategias fundamentales

.....86

El enfoque de mercado

.....86

Método de la valoración contingente para la vialidad y el estacionamiento dentro de la USAC87

Disposición a pagar o ser compensado

.....89

Cálculo de la externalidad del tiempo perdido en base al salario mínimo en las seis unidades académicas que presentan mayor cantidad de minutos en el traslado de las puertas de ingreso de la USAC hacia las mismas 91

Cuadro 27: Minutos perdidos diarios en las seis Unidades Académicas que más tiempo les lleva de las puertas de la



USAC hacia las mismas

.....
.....93

Gráfica 21: Minutos perdidos diarios en la Universidad de San Carlos de Guatemala

.....94

Valor de la externalidad de usar automóvil

.....
.....95

Cuadro 28: Costo de congestión diario en seis Unidades Académicas de la USAC

.....97

Gráfica 22: Costo congestión diario en seis Unidades Académicas de la USAC

.....98

Conclusiones del Capítulo III

.....
.....99

Capítulo IV

.....
.....100

Metodología de diseño

.....
.....100

Propiedades mecánicas de los materiales

.....
.....101

Utilización de materiales compuestos

.....
.....102

Módulo de elasticidad

.....
.....103



HORMIGÓN o concreto	103
Composición	104
Técnicas de construcción	105
HORMIGÓN ARMADO	106
Utilización de acero de alta resistencia	107
Ubicación de la propuesta	108
Capítulo Y	109
Glosario y anexos	109
Plan de Ordenamiento Territorial (POT)	109



Glosario

.....
.....109

BIBLIOGRAFÍA

.....
.....117



INTRODUCCIÓN

La presente tesis de Grado **VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, surge por iniciativa propia al buscar parqueo y no encontrar lo que significa una pérdida de tiempo importante dadas las aglomeraciones que se dan tanto en las entradas y salidas, como a lo largo de la vialidad interna del campus central. Esta dificultad que se plantea un problema real que afecta a todos los universitarios, trabajadores y personal administrativo que asisten a las instalaciones, por tanto esta situación me motiva a generar el presente trabajo de graduación, en el que finalmente se plasma una respuesta arquitectónica con una alternativa de solución, brindando la posibilidad de ejecutarse dicha propuesta a futuro, como un aporte de un estudiante de arquitectura, con su universidad.

El propósito de desarrollar el presente tema es culminar con una propuesta alternativa para la vialidad y estacionamientos en el campus central, que genere beneficios a un amplio sector de la comunidad, constituida según datos del Departamento de Registro y Estadística para el año 2006; 86,537 personas que acuden día con día en su calidad de estudiantes, personal docente, administrativo, de mantenimiento y personas externas que visitan la Universidad de San Carlos de Guatemala por diversas razones y que generan un caudal vehicular.

La masificación de personas que diariamente circulan en vehículo en la Ciudad Universitaria, genera un flujo vehicular de 20,727 unidades diarias ^{1/}, demandantes de un estacionamiento pierden importante tiempo de su vida universitaria. En el presente estudio se desarrolla un análisis del tiempo perdido y se hace una cuantificación del valor económico del mismo, tanto de los estudiantes que se desplazan a pie, y utilizan transporte público, como los que se movilizan en automóvil, que por la falta de una adecuada infraestructura vial y de zonas de estacionamiento, (en donde también pierden períodos importantes de tiempo).

La identificación de la problemática requirió la recopilación de datos, comprobando que existe suficiente información para apoyar la investigación, no obstante este hecho y para no realizar esfuerzos aislados, se trabajó bajo las directrices de la Coordinadora General de Planificación de la Universidad de San Carlos. Al plantear el proyecto de graduación, conjuntamente se identificó que

^{1/} Dato tomado del PROYECTO "EL PLAN MAESTRO VIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CAMPUS CENTRAL, REALIZADO POR CONSULTORES VIALES S.A.



el campo de investigación, es totalmente congruente con la formación profesional de la Arquitectura, y que al abordar el mismo y dar alternativas de solución a un problema cotidiano que afecta a un número importante de personas, que necesitan de una respuesta inmediata y efectiva que contribuya a realizar las actividades sustantivas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

De esta forma se llevó a cabo el contacto con el coordinador general de planificación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Arq. Héctor Castro Monterroso, quien concuerda totalmente en que uno de los problemas de relevancia a atender en la actualidad universitaria lo constituye LA PROBLEMÁTICA DE LA VIABILIDAD Y DE ESTACIONAMIENTOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA coincidiendo que el problema es susceptible de una respuesta alternativa mediante el presente trabajo de investigación.

I. ANTECEDENTES DEL TEMA

En el año de 1987, debido al congestionamiento vehicular en el Campus Universitario, las autoridades de turno identificaron la necesidad de establecer un ordenamiento de circulación de tránsito, contratando la elaboración del "Estudio de Transporte de la Ciudad Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala", en el que se definió una estrategia para ordenar la movilización del tráfico y las áreas de estacionamiento, de las distintas instalaciones que conforman el Campus Universitario.

Para ingresar al campus central existen solamente dos accesos, uno por la Avenida Petapa, con un flujo aproximado de 8,840 vehículos/día y el otro por el Boulevard Universitario con flujo de 27,728 vehículos/día. 2/ El tramo de ambos ingresos es de doble vía, teniendo una longitud aproximada de 700 metros; ambos accesos conectan con el denominado Boulevard Universitario.

El sistema vial del Campus Universitario, está constituido básicamente por una circunvalación a las instalaciones universitarias, con una longitud aproximada de 3,035 metros y el acceso desde la Avenida de Petapa con una longitud aproximada de 320 metros, que conforman el Boulevard Universitario Manuel Colom Argueta, con una longitud total de 3,355 metros. Además debe considerarse el "Enlace" del boulevard universitario, con el Boulevard de la Ciudad Capital con una longitud aproximada de 320 metros. Este tramo no se incluye en la longitud total, porque no es jurisdicción de la Universidad de San Carlos.

2/ Dato tomado del PROYECTO "EL PLAN MAESTRO VIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CAMPUS CENTRAL, REALIZADO POR CONSULTORES VIALES S.A.



A las horas pico de egreso del estudiantado, el tránsito de vehículos se da de la siguiente manera: el tramo del Este, circula en el sentido habitual, pues permite la salida de vehículos y el tramo Oeste, circula en sentido contrario para permitir la salida de vehículos, circula la mitad en sentido contrario, a partir de las 19:30 horas, según lo indica la señalización, sin embargo en la práctica, desde antes de dicha hora, los vehículos que circulan en el tramo Oeste ya tarde empiezan a circular en sentido contrario, perjudicando tanto a estudiantes como a profesores y personal administrativo, que necesitan ingresar a la jornada de final de la tarde, generando un verdadero caos vial (ver figura 3, página 42).

En la actualidad, sumando toda la oferta de estacionamientos y aunado a esto los que se estacionan en el Boulevard Universitario, no son suficientes para satisfacer la demanda de tránsito, por lo que el proyecto de tesis planteado, resulta básico, para identificar las alternativas que se puedan ejecutar, tanto a corto, mediano como a largo plazo, para resolver el problema.

Ha sido evidente para todos los sectores universitarios el problema que representa la deficiencia en la viabilidad y de los estacionamientos. A pesar de que se han realizado acciones y modificaciones a la infraestructura de estacionamientos y vialidad, las mismas no han dado una respuesta integral, dado que el problema subsiste y se agrava con el tiempo, algunas acciones tomadas son: cambios de vías e intervenciones y cambios de uso de áreas verdes para ampliar áreas de estacionamientos han sido la respuesta a esta problemática.

Estos antecedentes serán analizados con mayor profundidad en el proceso de desarrollo de la tesis, proceso durante el cual se efectuó una revisión bibliográfica de las tesis realizadas con temas relacionados con la infraestructura universitaria y en ninguno de los estudios se plantean soluciones a la problemática que será abordada con el presente tema propuesto. Además, se cuenta con el proyecto "El Plan Maestro Vial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Campus Central, realizado por Consultores Viales S.A., realizado a finales del año 2006, que viene a validar el trabajo de campo, realizado en el proceso de elaboración de la presente tesis de Grado.

II. EVOLUCIÓN GENERAL DEL TEMA PROBLEMA

Años 1960-1970 : La población y el número de vehículos que circulaban: (aproximadamente 4,500) podían ser atendidos con la capacidad instalada, tanto en vialidad como en estacionamientos.

Años 1971-1980 : Se empieza a detectar problema en los ingresos durante las llamadas horas pico, en este período el problema fue más de insuficiencia de capacidad instalada en vialidad que de estacionamientos.



Años 1981-1990 : La demanda vehicular supera la capacidad instalada en vialidad y estacionamientos y se empieza a utilizar espacios no diseñados para estacionarse.

Años 1991 hasta 2007. El problema rebasa excesivamente, la capacidad instalada en vialidad vehicular y estacionamiento, pues se manifiesta un caos total especialmente a las 14:00 horas en los parques y a partir de las 17:00 el caos trasciende a la vialidad, especialmente porque parte de la vialidad se empieza a utilizar como estacionamiento. El proyecto de graduación pretende generar una propuesta arquitectónica que aborde la referida problemática y, que identifique una solución alternativa para la ampliación de la capacidad instalada de vialidad y estacionamientos, todo el planteamiento se hará utilizando el polígono del Campus Universitario.

Estos 4 intervalos temporales serán motivo de una acuciosa investigación que permita a generaciones futuras contar con elementos históricos que justifiquen a futuro una adecuada intervención.

1. JUSTIFICACION DEL TEMA

- a) **Por ser una necesidad evidente y de impacto:** Existe suficiente marco referencial de la problemática objeto de estudio que constituye un cuerpo unitario y no solamente un conjunto arbitrario de definiciones, los datos recabados se sistematizaron, clasificaron y se compararon con datos ya existentes y los generados producto de la misma investigación, dando así validación a toda la investigación en las fuentes primarias.

Por investigaciones en distintas tesis de grado y otras fuentes, en el pasado se estableció que el 14% de la población estudiantil y administrativa se desplaza a la Ciudad Universitaria en vehículo particular, es decir 12,726 vehículos (3/); un reciente estudio 4/ consigna que el 25.3% se transportan al campus central en vehículo particular lo que equivale a 20,727 vehículos diarios, es decir que durante el período de cuatro años de 2002 a 2006 creció en 61.96% . Anualmente con el aumento observado en el período en mención la tasa de crecimiento anual es de 12.19%, muy superior a la tasa de crecimiento de la población que es de 2.82% anualmente.

(3/) ver: tesis propuesta para el crecimiento urbano del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12 ; 2000 - 2020, ARQ. ALENKA IRINA BARRERA BARACENA, noviembre 2002.

4/ IBD (3/)

La oferta de estacionamientos en el año 2007 fue de aproximadamente 3,538 plazas lo que genera un déficit diario de estacionamientos de más de 2,000 unidades, que se ven aliviados principalmente en horas de la mañana.



A pesar de lo apuntado la demanda de estacionamientos rebasa a la oferta, lo que ocasiona que se utilicen áreas verdes y el Boulevard Universitario para parquearse, desnaturalizando el uso original de las referidas áreas. En tal sentido se propone el presente proyecto de graduación, para generar una propuesta con alternativas de solución a un problema real, que puede constituirse en un aporte efectivo de la Facultad de Arquitectura a su *Alma Mater*.

- b) Campo del arquitecto: el tema se enmarca dentro de lo que constituye la rama de Planificación y Ordenamiento urbano en equipamiento educativo de carácter superior, cuya magnitud para el caso de la Ciudad Universitaria zona 12 justifica la realización de un estudio que genere una respuesta apropiada e inmediata.
- c) Por ser un tema que interesa a la institución resolver: se cuenta con aval institucional para apoyar la investigación y obtener alternativas de solución a la problemática y poder a futuro gestionarlas, a nivel de preinversión, ejecutarlas y ponerlas en marcha.

2. OBJETIVOS

➤ Generales:

Desarrollar una propuesta de solución a la problemática para generar dicha alternativa, se plasmar un diagnóstico de la situación actual y el comportamiento del tránsito y el uso de los estacionamientos en el campus universitario, así como análisis del congestionamiento que se forma tanto en la entrada como a la salida de la Ciudad Universitaria en las horas pico.

➤ Específicos:

- a) **Producir una investigación documental y teórica, para guiar las pronósticos y opciones de desarrollo, sirviendo de varias formas a saber: como una orientación que amplía el rango de los hechos estudiados y el manejo de los datos clasificados de manera que permita conocer**



la tendencia de crecimiento poblacional y la capacidad receptora de las áreas de Estacionamiento y Viabilidad de la USAC, definiendo con claridad conceptos y variables ya existentes, recogiendo las evidencias empíricas relacionadas con la presente investigación. En síntesis la teoría generada, se interrelacionará con conceptos sistemáticos que servirán para explicar la problemática objeto de estudio. Para poder desarrollarlo se generará una matriz, con la cual se determinará el uso de los estacionamientos, los horarios pico de utilización.

- B) Proyectar una solución para una adecuada atención a la problemática actual, esto incluye un estudio de campo así como entrevistas con los usuarios de parqueos, para recoger de primera mano sus opiniones en cuanto al uso y déficit en los mismos, esto permitirá identificar la demanda de estacionamientos.**
- c) Validación de los datos de campo, al contrastarlos con el Proyecto "El Plan Maestro Vial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Campus Central, realizado por (CONSULTORES VIALES S.A. Unidad Ejecutora USAC/BCIE 2006).**
- d) Presentación de un proyecto arquitectónico, con el cual se amplíe de manera relevante, la capacidad instalada de los estacionamientos en el campus universitario, que constituya una alternativa para implementarse en el corto plazo.**

A continuación se expone la descripción capitular del trabajo de tesis:

En el capítulo I se han tratado los aspectos de concepción y análisis, donde se desarrollan los aspectos teóricos y metodológicos, las premisas generales y se desarrolla un análisis de la vialidad, todo para la fundamentación de la tesis.

En el capítulo II se dimensiona el problema, el estudio de las externalidades negativas de los estacionamientos, producto de la falta de planificación, estudio del valor económico del tiempo, la contaminación producida por el tráfico, exposición de los principales contaminantes atmosféricos, estudio de las políticas social, económica y medioambiental. Es en este capítulo donde se realiza la investigación de campo (fuente primaria), a partir de los cuales se puede realizar inferencias hacia toda la Ciudad Universitaria.



En el capítulo III se presentan las premisas fundamentales, los perfiles de diseño y se desarrolla todo lo relativo a la prefiguración en el espacio de las soluciones arquitectónicas a plantear. El resultado de la prefiguración se sustenta en los datos recogidos en la fuente primaria (todos los estacionamientos del campus central), incluyendo un estudio de la situación actual tanto vialidad, como en estacionamientos y el planteamiento de las políticas urbanas a poner en marcha para enfrentar la problemática que actualmente tiene lugar en la Ciudad Universitaria.

En el capítulo IV se desarrolla la propuesta arquitectónica, y finalmente en el capítulo V como resultado del desarrollo de la tesis se presentan el glosario y anexos así como la bibliografía. Para facilitar la lectura a las personas no familiarizadas con el tema, se incluyen un glosario de términos técnicos, además de la bibliografía consultada.

El presente trabajo de tesis muestra el cuadro de deterioro urbano; específicamente en lo referente al medio ambiente por lo que se puede señalar este trabajo es de carácter teórico y empírico. En síntesis, se afirma que la presente tesis aborda, desde el punto de vista del proceso de urbanización y planificación urbana, el proceso de acelerado crecimiento estudiantil que no ha tenido su correlato con el crecimiento de la infraestructura, provocando congestiones y demandas insatisfechas de estacionamientos.

Las conclusiones y recomendaciones, en las que se sintetizan los aspectos más relevantes del trabajo y se aportan sugerencias prácticas al respecto de los problemas diagnosticados.

Para comprobar esta hipótesis, el trabajo se ha estructurado de la siguiente manera:

- **Parte teórica:** que constituye el marco teórico de la investigación. Los antecedentes históricos del presente estudio de tesis y los elementos teóricos para poder abordar la temática de vialidad y estacionamientos en la Ciudad Universitaria, contenidos en los capítulos del I al III.
- **Desarrollo metodológico:** contiene la descripción del trabajo de campo que se realizó; así como también, todos los cálculos que se desarrollaron para obtener resultados, que después cimentan la prefiguración que sirven de base para la propuesta arquitectónica.

Caso de estudio: que contiene los datos obtenidos a través de la investigación y el desarrollo metodológico. Se incluye el análisis urbano en la Ciudad Universitaria.



DELIMITACIÓN DEL TEMA

El tema se delimita de manera temporal, conceptualmente, social y espacialmente:

- 1. Desde el punto de vista temporal, circunscribiéndose a los espacios actuales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria, se efectuará un análisis e investigación para el período que cubre de 1970 al 2006, que permita evidenciar en el trabajo la problemática de la vialidad y estacionamientos de la USAC.**
- 2. Desde el punto de vista espacial, el trabajo incluye al polígono de la Ciudad Universitaria, considerando las vialidades a una distancia de 400 metros, se propone hacer una revisión del desarrollo que ha tenido la universidad durante los intervalos anuales de los años 1970-1980, 1980-1990 y 1990-2006. Para luego hacer una proyección de soluciones reales.**
- 3. Desde el punto de vista conceptual la investigación, se desarrolla como tema de planificación urbana y específicamente en el subtema de análisis y propuesta de un área urbanística, para vialidad y estacionamiento. Se desarrollará una investigación documental que permita evidenciar la tendencia de crecimiento poblacional y la capacidad receptora de las áreas de estacionamiento y vialidad en el Campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para poder llevarla a cabo se generará una matriz, por medio de la cual, se determinará el uso de los estacionamientos, así como las horas pico de utilización.**

Proyectar a futuro una solución para la adecuada atención a la problemática actual, esto incluye un estudio de campo, entrevistas con los usuarios de los estacionamientos, con esto se puede identificar a futuro la demanda de estacionamientos.

METODOLOGÍA

1. Planteamiento metodológico:

Un lineamiento metodológico inicial el diferenciar uso de estacionamientos de la manera siguiente:

- a. Esa diferenciación se hará según el horario, para distinguir el momento crítico de la demanda.**
- b. Identificación y cuantificación del volumen de demanda por el uso de la vialidad por medio de vehículos particulares de transporte colectivo.**
- c. Determinar la proyección de la demanda en función de la población usaria: docentes, estudiantes, trabajadores administrativos y visitantes**



2. concepto:

- a. La cuantificación de la demanda máxima esperada, que es la base para la definición del programa de necesidades, en vialidad y estacionamientos.
- b. Definición de las premisas particulares que se exigirán al proyecto.
- c. Definición de partidos de diseño, con los cuales se pueden dar solución a la vialidad y estacionamientos.

3. Elemento metodológico se refiere a la resolución arquitectónica en la cual se utilizará estándares técnicos para la geometría de las vialidades y estacionamientos.

JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Por ser una necesidad evidente y de impacto: por investigaciones en distintas tesis de grado y otras fuentes, se ha establecido que para el año 2001 el 14% de la población estudiantil y administrativa se desplaza a la Ciudad Universitaria en vehículo, es decir 12,726 vehículos y la oferta de estacionamientos es de 4,590 (5/) lo que genera un déficit diario de 8,136 estacionamientos, que se ven aliviados principalmente en horas de la tarde, en donde acuden las facultades con mayor cantidad de estudiantes: Economía, Derecho e Ingeniería, que coinciden con la finalización de la jornada laboral del personal administrativo de la universidad, que liberan los estacionamientos que ocupan a lo largo de las ocho horas de la jornada laboral.

Campo del arquitecto: el tema se enmarca dentro de lo que constituye la rama de Planificación y Ordenamiento urbano en equipamiento educativo de nivel superior, cuya magnitud para el caso de la Ciudad Universitaria, zona 12, justifica la realización de un estudio que genere una respuesta apropiada e inmediata.

Por ser un tema que interesa resolver a la institución, se cuenta con aval institucional para apoyar la investigación y obtener alternativas de solución a la problemática y poder a futuro desarrollarlas.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Si bien en esta tesis se investigan las características particulares del campus de la Ciudad Universitaria, en cuanto a la composición de la población estudiantil se realiza además, un análisis urbano de la misma, siendo ese límite y alcance de la investigación

(5/ Dato elaborado por relevamiento de campo mayo de 2007.



realizada. Para desarrollar este trabajo de tesis, se utilizó información actualizada tanto en la fuente primaria como en fuentes confiables secundarias, las cuales enumeran en la bibliografía, esto de la consistencia trabajo y permite realizar inferencias precisas sobre el tema de estudio.



CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

La Universidad de San Carlos de Guatemala es reconocida por la Constitución Política de la República, como el único centro de enseñanza superior estatal del país. En su artículo 82, se define como la única Universidad estatal a la que le corresponde con exclusividad dirigir, organizar, y desarrollar la educación superior del Estado y la educación profesional universitaria estatal así como el artículo 84 habla sobre que su presupuesto está basado fundamentalmente en el aporte, que por mandato de la Constitución, el Estado debe de entregar a la Universidad del presupuesto general de gastos de la nación. En ese orden de ideas, La Universidad de San Carlos de Guatemala se debe al pueblo de Guatemala y, sus políticas educativas deben estar orientadas a satisfacer las necesidades de la sociedad guatemalteca, en lo relativo a educación superior.

Para poder desarrollar esta importante misión de la Universidad, se crearon tres áreas académicas en las que se incluyen a las distintas facultades y escuelas para impartir la enseñanza universitaria y en lo administrativo, para organizar el trabajo de apoyo del Gobierno, en concordancia a sus funciones sustantivas. En ese orden de ideas, la Universidad de San Carlos de Guatemala se apoya en tres áreas que complementan la misión de Universidad.

El tema se aborda, a nivel general, analizando los procesos más relevantes tales como el análisis urbano a nivel de la vialidad y los estacionamientos; a nivel particular, aportando la información recabada en la fuente primaria, tendiente a prever por un lado los congestionamientos y por otra el déficit de estacionamientos, provocados por el crecimiento de estudiantes y que cada día se agrava más. Para el año 2006, el Departamento de Registro y Estadística consigna 112,257 estudiantes, con 5,693 docentes y 2,535 trabajadores administrativos, todos compartiendo la Ciudad Universitaria, ubicado en la zona 12 de la ciudad de Guatemala.

Es importante señalar que existe la infraestructura de apoyo para cumplir la misión de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Esta alta aglomeración de personas, (la Universidad fue diseñada para albergar 37,000 estudiantes, en el planteamiento de diseño original fue adecuado en esa época, al paso de los años no se ha atacado la demanda), aunque su capacidad fue ampliada solamente en aulas, no así en vialidad y en plazas de estacionamientos, ha dado lugar a que se generen una serie de problemas de la más diversa índole incluyendo, entre otros, falta de estacionamientos, deficiencia en el sistema de servicios y mantenimiento de las instalaciones, contaminación ambiental, proliferación de ventas informales, inseguridad ante la delincuencia común entre otros.



Todo esto es reflejo de un desarrollo cuya planificación ha tenido deficiencias, entre ellas destaca la escasez de recursos, que tienen perspectivas de aumentar el deterioro con una propuesta de solución adecuada. La problemática ya ha sido reconocida por las autoridades universitarias en diferentes oportunidades, analizándola, racionalizándola y visualizando la necesidad de soluciones con visión de largo plazo. A la fecha se han efectuado varios estudios dentro de los que se puede mencionar el "Estudio de transporte de la Universidad de San Carlos de Guatemala" realizado en el año 1987, seminarios, conferencias, simposios, mesas redondas, trabajos individuales y proyectos todos con un mismo enfoque, la circulación del tránsito en la Ciudad Universitaria.

Según datos del Ministerio de Educación para el año 2005 en el ciclo de Diversificado todo el país contando el sector público y privado, el número de alumnos fue de 230,535; al mismo tiempo los alumnos inscritos en la Universidad de San Carlos de Guatemala, fueron 13,892, lo que significa que del total de alumnos de Diversificado ingresaron a la Universidad de San Carlos el 6.03%.

Otra relación que se puede establecer es el total de estudiantes universitarios san carlistas, para el año 2006 que fue de 112,257 estudiantes si este número se divide entre el total de población de Guatemala para el mismo año fue de 13,344,770 personas y el resultado se multiplica por mil nos da que por cada 1,000 habitantes de Guatemala posee 8.41 estudiantes universitarios.

Claro que este indicador tiene sesgo, dado que no todos los habitantes del país están aptos para estudiar en la universidad, principalmente por la edad, razón por la cual es más preciso discriminar y tomar solamente el grupo de población que se encuentra entre los 18 hasta los 54 años de edad, lo que da un total de población en ese rango de edad

CUADRO No. 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECCIONES DE POBLACION ESTUDIANTIL AÑOS 2000 Y 2010

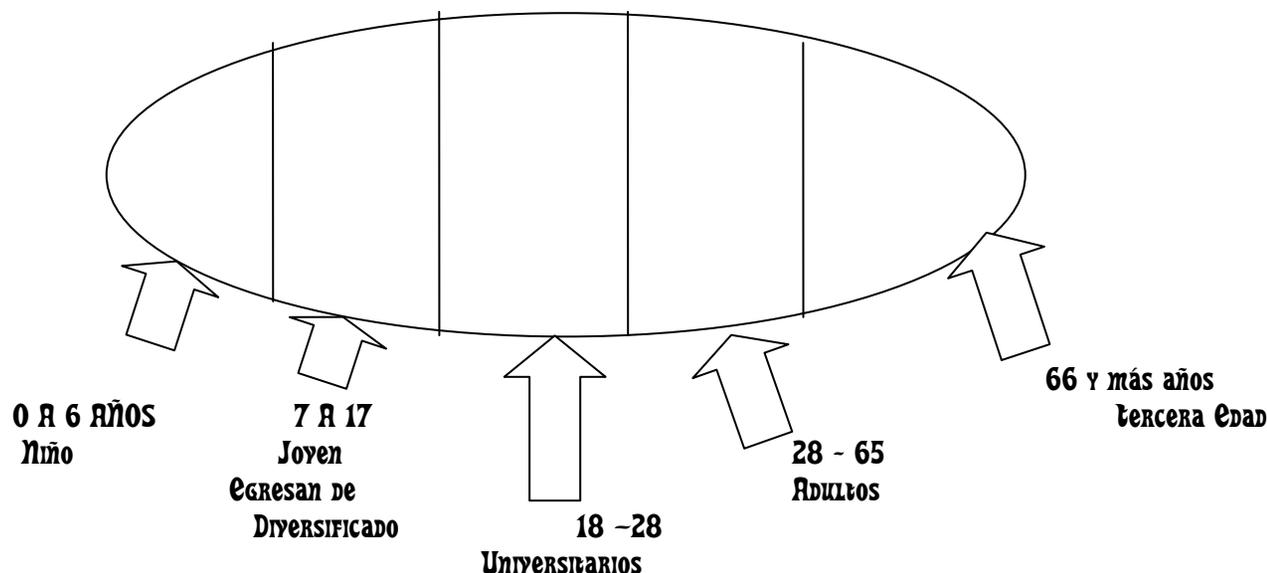
FUENTE: DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADISTICA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS 2006

UNIDAD	AÑO 1992	AÑO 1996	POBLACION 2000	POBLACION 2010
AGRONOMIA	1480	1435	1391	1239
ARQUITECTURA	2866	3821	5094	7572
ECONOMIA	15733	18590	21966	41068
DERECHO	9807	11922	14493	30145
CIENCIA POLITICA	942	1067	1209	1928
MEDICINA	3247	3014	2798	2116
FARMACIA	1444	1513	1585	1889
HUMANIDADES	3025	3361	3734	5543
INGENIERIA	9491	12216	15723	40515
ODONTOLOGIA	1109	1460	1922	5390
VETERINARIA	791	797	803	826
PSICOLOGIA	2720	3424	4310	10218
HISTORIA	685	831	1008	2081
TRABAJO SOCIAL	900	584	379	75
C. COMUNICACION	1977	3524	6282	54882
TOTAL	56217	67559	81189	161737



de 5, 397,083 POR LO QUE EL RESULTADO ES DE 20.80 ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS POR CADA MIL PERSONAS COMPRENDIDAS ENTRE 18 Y 54 años de edad.

GRÁFICA No. 1 COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN NACIONAL Y LA ESTRUCTURA DE LA MISMA



Para entender bien esta gráfica es necesario conocer la tasa de crecimiento vegetativo nacional del país de la población es de 2.52% anual, el crecimiento de los egresados del ciclo Diversificado según la tasa de aprobación que maneja el MINEDUC, es de 67.94%, que cuantitativamente hablando equivale a 156,625 jóvenes entre 7 y 17 años, que desde el punto de vista académico, estarían aptos para ingresar a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La demanda laboral de egresados de la USAC, es del orden del 5% con relación a las otras universidades. Este 5% de población egresada del alma mater, se incorporará a la vida laboral con un incremento relevante en sus ingresos, respecto de no haber llevado estudios superiores, que es claro que existe una expectativa de movilidad social.



En la actualidad, la Coordinadora General de Planificación se encuentra desarrollando planes de desarrollo universitario, teniendo como referente principal al Plan Estratégico PE-USAC 2022; planes de mediano plazo de Direcciones Generales; Planes Estratégicos para todas las Unidades Académicas; Políticas en cuanto a la actividad comercial; entre otras, mismas que constituyen políticas que buscan la solución de la problemática, generada por el hacinamiento, tanto de población estudiantil, como docente y personal administrativo.

El desarrollo de este trabajo de tesis titulado Vialidad y Estacionamientos en la Universidad de San Carlos de Guatemala, tiene muchos aspectos susceptibles de ser investigados, sin embargo el eje principal de esta investigación es establecer la incidencia que tienen en la pérdida de tiempo en desplazamientos que sufren los estudiantes demandaste de un estacionamiento en horas pico y no existe disponibilidad de los mismos en el campus central.

Los fenómenos urbanos en la Ciudad Universitaria, son sumamente complejos y tendrían que abordarse desde un enfoque multidisciplinario, para el presente caso se mantienen dichas limitaciones con relación a la interdisciplinariedad, dado que una tesis de grado es un trabajo de investigación desde un enfoque del arquitecto. El desarrollo del presente material viene como fin realizar investigación en la fuente primaria (estacionamientos), para constatar de primera mano los espacios disponibles, compatibilizando los resultados con la información de la Coordinadora de Estacionamientos, para estandarizar toda la información. A partir de allí se utilizó la información para identificar posibles soluciones, ofreciendo una propuesta urbano-arquitectónica.

Se realizaron proyecciones tanto de población como de estacionamientos requeridos hasta el año 2022, para empatarlo con el Plan Estratégico de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2022, es decir con un horizonte para 15 años.

También se pretende hacer un aporte eficaz que identifique la problemática de la vialidad y estacionamientos en la Universidad de San Carlos de Guatemala, planteando soluciones alternativas, de forma integral, que contribuyan al desarrollo de nuestra alma mater.

PLANIFICACIÓN URBANA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

Resulta recurrente discutir de planificación urbana universitaria, afirmando que se trata de una actividad fuertemente condicionada por la influencia del mercado en materia de suelo urbano, olvidando muchas veces la importante influencia de aplicación de políticas universitarias, las que han dejado huellas muy significativas en el campus universitario.

Otra contradicción propia de la situación de cohabitación entre mecanismos de mercado y formas de intervención estatal directa, es el hecho que,



desde el punto de vista técnico, la Planificación Urbana Universitaria, debe desarrollar procesos integradores.

A pesar que constitucionalmente la Universidad de San Carlos de Guatemala es autónoma, debe acondicionar sus planes de desarrollo a la legislación ordinaria incluida las disposiciones municipales que rigen el desarrollo urbano de la ciudad de Guatemala. Entre las disposiciones municipales, son pertinentes para este estudio los siguientes:

El Código Municipal, por medio del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Dirección de la Construcción Urbana de la Municipalidad de Guatemala, que regula todo lo relacionado con el municipio, sus atribuciones, responsabilidades, derechos y deberes, así como todo lo relativo a los procedimientos por los que las autoridades municipales y los vecinos pueden desarrollar sus actividades. Todos los planes de desarrollo urbano de la Universidad de San Carlos de Guatemala, deberán acomodarse a las regulaciones generales sobre la construcción urbana.

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) corresponde a un producto de trabajo técnico de la Unidad de Plan de Desarrollo Metropolitano que está en constante proceso de actualización y, hasta que no haya sido aprobado por el Concejo Municipal, no constituye la postura oficial de la Municipalidad de Guatemala. De esta cuenta, las cifras de partes del presente documento hay que tomarlas como "trabajo en proceso, pendiente de aprobación oficial". Ninguna parte del texto implica para cualquier tipo de proyecto, ni debe de entenderse como una normativa municipal de hecho, dado que para cada proyecto aplican, de acuerdo a derecho, los reglamentos y ordenanzas que estuvieran vigentes al momento de ingresar el expediente completo.

- **Origen del POT**

Consciente de que el crecimiento del espacio poblacional se duplicará para el año 2020, respecto al año 2006 y que habrán alrededor de 3.3 millones de habitantes en el área metropolitana y en sintonía con las políticas descritas en el Plan "Guatemala 2020"; en el 2004 la Municipalidad de Guatemala empezó a elaborar el POT junto con las estrategias del "Transmetro" para movilidad masiva de transporte colectivo.

- **Objetivos del POT**

1. Incentivar el acceso a la vivienda y diversidad en la oferta de la misma.
2. Promover altas intensidades de construcción donde exista una adecuada oferta de transporte.
3. Limitar la construcción en zonas de alto riesgo y, proteger zonas naturales e históricamente valiosas.
4. Garantizar la participación ciudadana en el ordenamiento territorial local.



5. **GARANTIZAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE EDIFICIOS Y USOS DE INMUEBLES CERCANOS.**
6. **INCENTIVAR USOS DEL SUELO MIXTOS.**
7. **CREAR ESPACIOS PÚBLICOS CON ALTA VITALIDAD URBANA.**
8. **PROMOVER UNA RED VIAL INTERCONECTADA.**
9. **DAR CERTEZA AL PROPIETARIO Y AL INVERSIONISTA, PROMOVRIENDO además LAS NORMATIVAS URBANÍSTICAS NECESARIAS.**
10. **ASEGURAR LOS RECURSOS NECESARIOS PARA LA INVERSIÓN MUNICIPAL.**

El POT es un grupo de herramientas o componentes para planificación siendo:

PRIMERA ORDENANZA: (*)

Plan regulador de la ciudad de Guatemala

En el caso del campus universitario, hay una complicación adicional: a la hora de buscar un responsable de la administración y mantenimiento de esas instalaciones, aparecen demasiados actores e interesados: las facultades, las escuelas no facultativas, la administración central, las asociaciones de estudiantes, actuando directamente o como parte de alguna comisión.

Con esta realidad institucional, la adopción de principios como los que se plantean más adelante en este trabajo (solidaridad territorial, subsidiariedad territorial o complementariedad en el territorio), puede atenuar las dificultades prácticas que se presentan en los espacios urbanos universitarios y metropolitanos.

ANÁLISIS VIAL DE LA CIRCULACIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA

De acuerdo a datos tomados del Proyecto "El Plan Maestro Vial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, campus central", en donde se hace un análisis exhaustivo de la vialidad del campus universitario: Para analizar las características geométricas de Boulevard Universitario y el enlace con el Anillo Periférico de la ciudad de Guatemala, se consideran 12 sub-tramos, según los tramos rectos (tangentes) que tiene el diseño geométrico horizontal, como se muestra a continuación.

Cuadro 2. Número de tramos, longitud y ancho del Boulevard Universitario y el enlace con el



Anillo Periférico de la ciudad de Guatemala

TRAMO	DISTANCIA METROS	ACUMULADO METROS	PISTA DERECHA	ARRIATE	PISTA IZQUIERDA
0-1	320	320	7.80	7.00	6.60
1-2	350	670	12.30	10.70	11.00
2-3	250	920	10.60	11.60	10.90
3-4	460	1,380	12.00	12.00	10.20
4-5	165	1,545	6.20	5.20	7.50
5-6	315	1,860	7.65	8.55	6.20
6-7	220	2,080	6.90	10.00	6.20
7-8	260	2,340	6.20	4.00	6.20
8-9	140	2,480	6.20	4.00	6.20
9-10	260	2,740	6.20	14.00	6.20
10-11	290	3,030	6.15	3.60	6.10
11-1	325	3,355	6.35	0.30	6.10
ENLACE	320	3,675	19.80	0.00	0.00

Fuente: CONSULTORES VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC-BCIE, 2006.

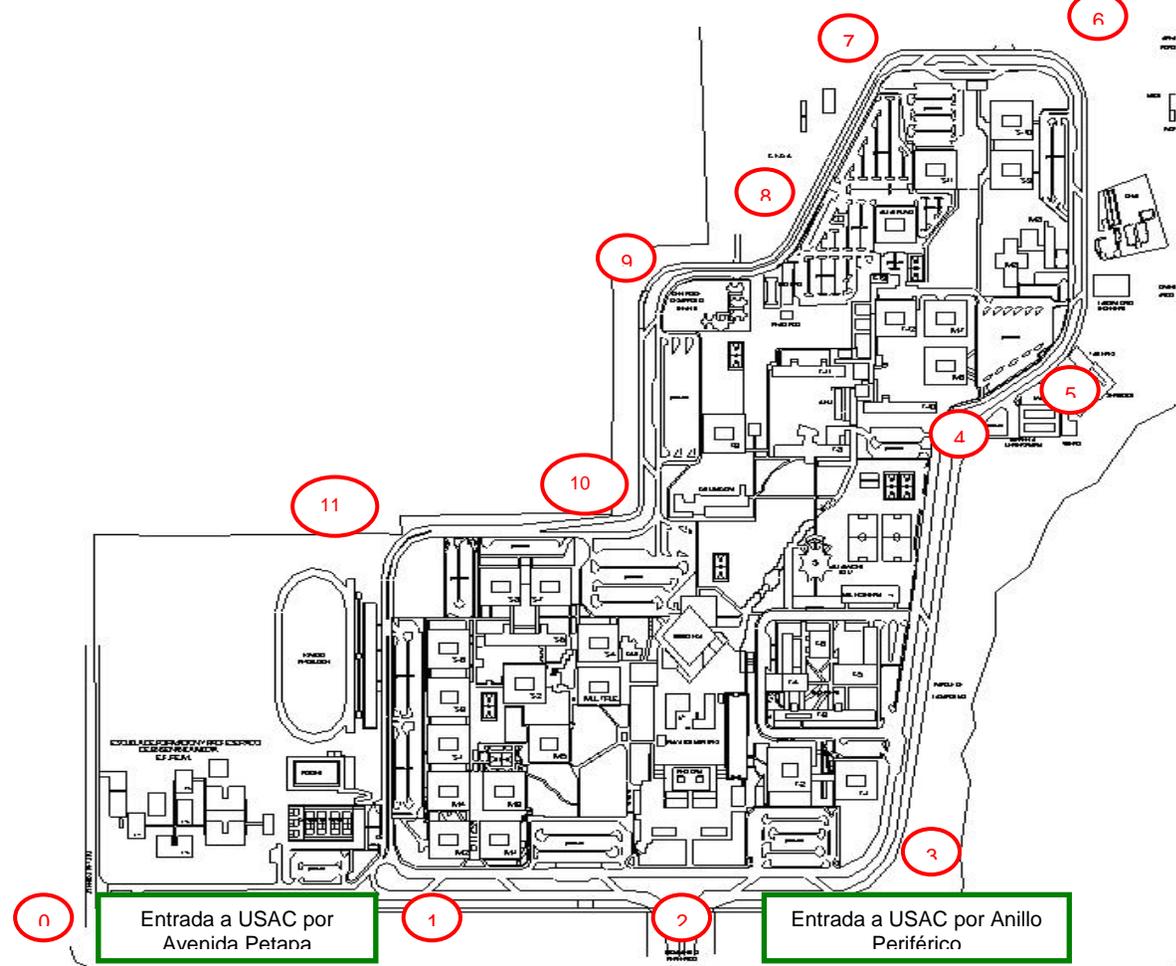
Cuadro NO. 3 Análisis por tramos en la vialidad del campus central de la Universidad de San Carlos



TRAMO	ANCHO Mts.	No. CARRILES	ARRIATE CENTRAL	ANCHO Mts.	ZONA HOMBROS	OBSERVACIONES
0 - 1 DERECHO IZQUIERDO	3.9 3.3	2 2	SI	7	NO	
1 - 2 DERECHO tiene 3 CARRILES DE 3.26 METROS APROX. IZQUIERDO	12.3 11.0	3	SI 10.7		NO NO	tiene BAHÍA PARA ESTACIONAR 2.5
2 - 3 - 4	3.4	2	11.6		NO	
11 - 1 DERECHO IZQUIERDO	3.18 3.05	2 2	11.6		NO NO	tiene BAHÍA PARA SEPARAR LAS PISTAS POR UN BORDILLO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DERIVADA DEL ESTUDIO DE CONSULTORES VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC-BCIE, 2006.

Plano 1. Número de tramos del Boulevard Universitario y el enlace con el Anillo Periférico de la Ciudad de Guatemala



SIMBOLOGÍA:

Los números representan los tramos que se analizarán posteriormente.



Curvas existentes y sus radios de curvatura

En el Boulevard Universitario, existen 10 curvas horizontales localizadas en cada uno de los Puntos de Inflexión (PI), identificados con los números 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 (ver cuadro No. 2).

En cada PI se localiza una curva horizontal con el grado de curvatura (G), radio de curva y velocidad de diseño, como se muestra a continuación.

Cuadro 4. Curvas existentes, puntos de inflexión, grados y radios de curvaturas, y velocidades de diseño

PI	G	RADIO	VELOCIDAD
1	45	25.46	20 K.P.H.
3	10	114.59	60 K.P.H.
4	10	114.59	60 K.P.H.
5	10	114.59	60 K.P.H.
6	22	52.09	40 K.P. X.
7	31	36.97	30 K.P.H.
8	17	67.41	40 K.P.H.
9	28	40.93	30 K.P.H.
10	45	25.46	20 K.P.H.
11	45	25.46	20 K.P.H.

Fuente: estudio de consultores VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE 2006



En diseño de carreteras se utilizan curvas horizontales que se identifican por su grado de curvatura (G), el cual varía desde uno hasta 38 grados, y no es recomendable utilizar curvas con grado de curvatura mayor de estos valores. Curvas más cerradas se utilizan únicamente, en zonas urbanas donde la velocidad de operación, es menor de 20 kilómetros por hora (KPH).

Según los grados de curvatura de las horizontales y las velocidades de diseño correspondientes, en el Boulevard Universitario, se observan varios tramos en los que varían las condiciones para la circulación de vehículos.

CUADRO 5: ANÁLISIS DE TRAMOS

TRAMO	PASA POR EDIFICIOS	LLEGA A	No. CARRILES	ANCHO	VELOCIDAD
0-1-2-3-4-5	t3-t4-t5-t-6	m6 - m7	3	5.20 a 12.30	60 KPH.
5-6		S10	2	Continuación tramo anterior	40 KPH.
6-7			2	Tramo transición	30 KPH.
7-8-9	s-11	Guardería	4	Todos los carriles se dividen por un arriate central	30 KPH.
9-10			Tramo transición	"	20 KPH.
10-11-1				Tramo transición	20 KPH.

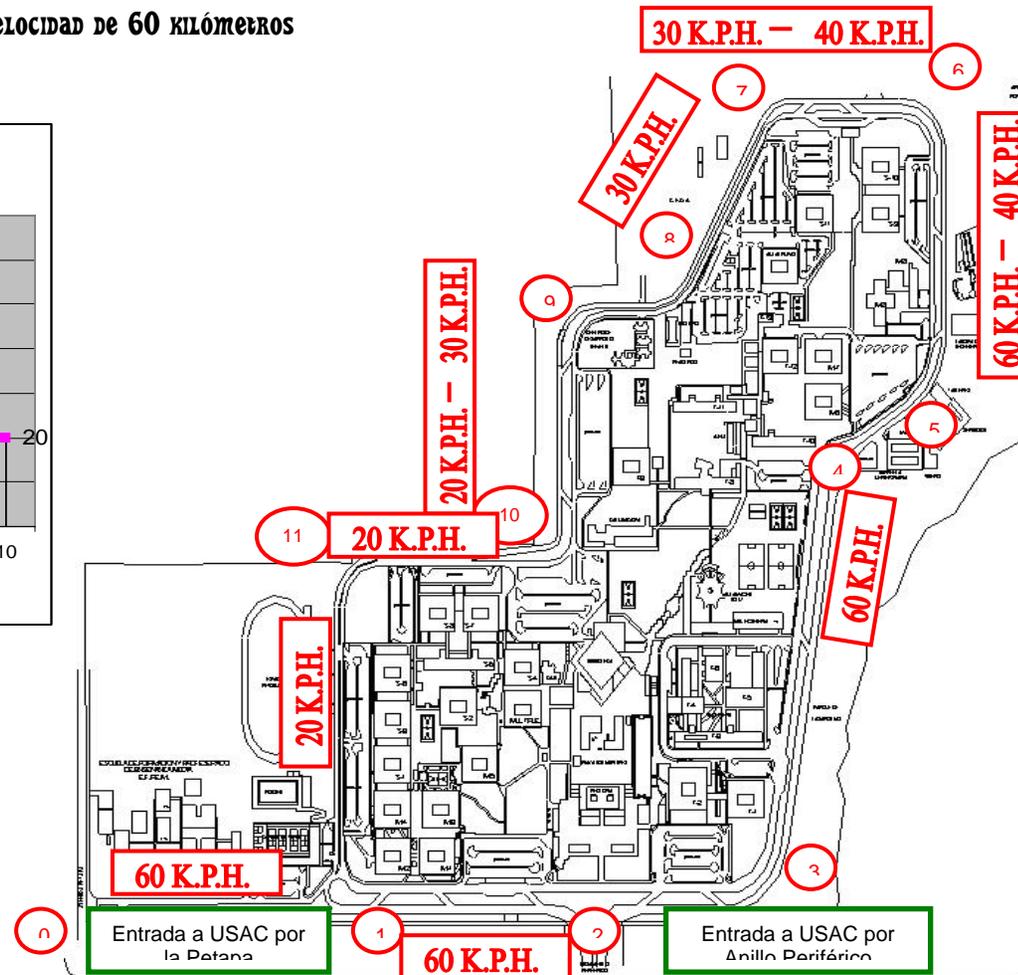
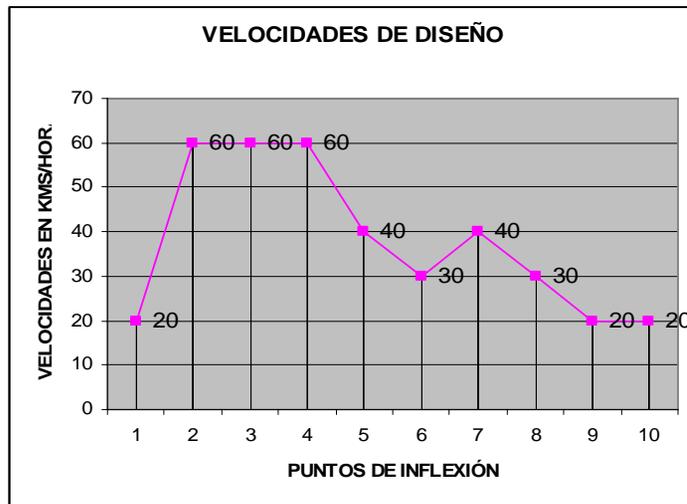
Fuente: UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE 2006



De acuerdo con el análisis anterior, con las condiciones actuales de diseño, para que los vehículos circulen con seguridad, las velocidades permitidas se muestran en la figura siguiente:

En la figura 2 se puede establecer que la velocidad promedio dentro de la vialidad del campus central de la USAC, es de 46.66 kilómetros por hora.

Hay que resaltar que los vehículos ingresan con una velocidad de 60 kilómetros





Cuadro 6. Estación Avenida Petapa

Esta estación de aforo fue ubicada enfrente al edificio M-4 del campus central y los resultados obtenidos son los siguientes:

SENTIDO: DE AVENIDA PETAPA A UNIVERSIDAD										SENTIDO: DE UNIVERSIDAD A AVENIDA PETAPA										SENTIDO: DE UNIVERSIDAD A PERIFÉRICO									
HORA	TIPO DE VEHICULO					VOLUMEN HORARIO	VEH. PESADOS		1	2	3	4	5	VOLUMEN HORARIO	VEH. PESADOS		1	2	3	4	5	VOLUMEN HORARIO	VEH. PESADOS						
	1	2	3	4	5		TOTAL	% V. P.							TOTAL	% V. P.							TOTAL	% V. P.					
06:00-07:00	249	24	2	4	35	314	37	12	94	11	2	2	2	111	4	4	186	14	5	4	28	237	33	14					
07:00-08:00	400	35	1	2	21	459	22	5	208	25	2	1	0	236	2	1	324	36	6	13	45	424	51	12					
08:00-09:00	232	21	4	4	18	279	22	8	143	34	3	1	1	182	4	2	237	26	5	5	60	333	65	20					
09:00-10:00	202	24	1	1	16	244	17	7	176	42	9	0	3	230	12	5	255	41	7	0	46	349	53	15					
10:00-11:00	198	29	5	5	29	266	34	13	155	21	5	3	2	186	7	4	312	48	5	4	42	411	47	11					
11:00-12:00	188	17	1	1	17	224	18	8	177	29	13	5	3	227	16	7	372	52	4	4	50	482	54	11					
12:00-13:00	173	19	1	1	22	216	23	11	170	41	10	2	0	223	10	4	417	47	5	0	45	514	50	10					
13:00-14:00	282	29	0	1	23	335	23	7	183	23	6	4	4	220	10	5	438	47	6	2	52	545	58	11					
14:00-15:00	291	31	2	3	26	353	28	8	199	42	5	1	1	248	6	2	421	55	7	2	51	536	58	11					
15:00-16:00	239	25	2	2	17	285	19	7	204	35	1	2	5	247	6	2	467	43	1	3	36	550	37	7					
16:00-17:00	439	24	3	4	30	500	33	7	243	23	3	4	1	274	4	1	571	64	1	8	49	693	50	7					
17:00-18:00	713	40	2	4	49	808	51	6	224	14	0	4	5	247	5	2	479	39	1	6	45	570	46	8					
18:00-19:00	225	26	0	0	45	296	45	15	256	17	0	0	5	278	5	2	482	40	0	4	13	539	13	2					
19:00-20:00	136	30	0	0	42	208	42	20	330	17	0	0	1	348	1	0	545	24	0	0	0	569	0	0					
20:00-21:00	69	14	0	0	14	97	14	14	292	26	0	2	0	320	0	0	451	20	0	2	0	473	0	0					
21:00-22:00	6	1	0	0	0	7	0	0	9	2	0	1	0	12	0	0	82	9	0	0	1	92	1	1					
TOTAL	4042	389	24	32	404	4891	428	9	3063	402	59	32	33	3589	92	3	6039	605	53	57	563	7317	616	8					

TIPO: 1) Automóviles, paneles y jeeps 2) Pick ups 3) Camiones (C-2) 4) Microbuses 5) Buses

FUENTE: CONSULTORES VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE 2006 LOS DATOS RESALTADOS SON LOS QUE PRESENTAN MAYOR NÚMERO DE VEHÍCULOS.

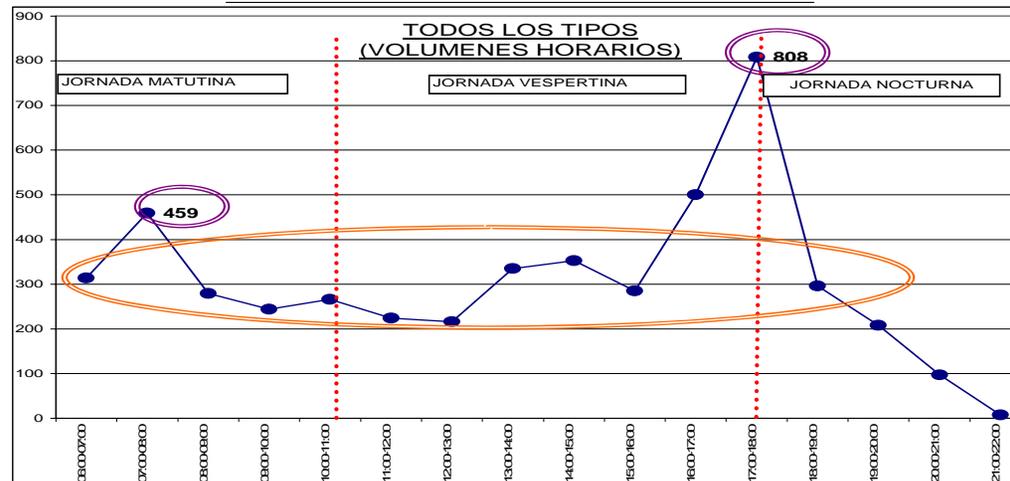


CUADRO : 7 SENTIDO: AVENIDA PETAPA-UNIVERSIDAD

RANGO DE VARIACIÓN / HORA.	HORARIO MAYOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS	HORARIO MENOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS
200 - 300	7:00 - 8:00	459	20:00 - 21:00	97
	17:00 - 18:00	808	21:00 - 22:00	7

La gráfica que a continuación se presenta, muestra las variaciones horarias, los volúmenes máximos por jornada y los volúmenes promedios, generados a lo largo del día.

Gráfica 4: Sentido Avenida Petapa - Universidad

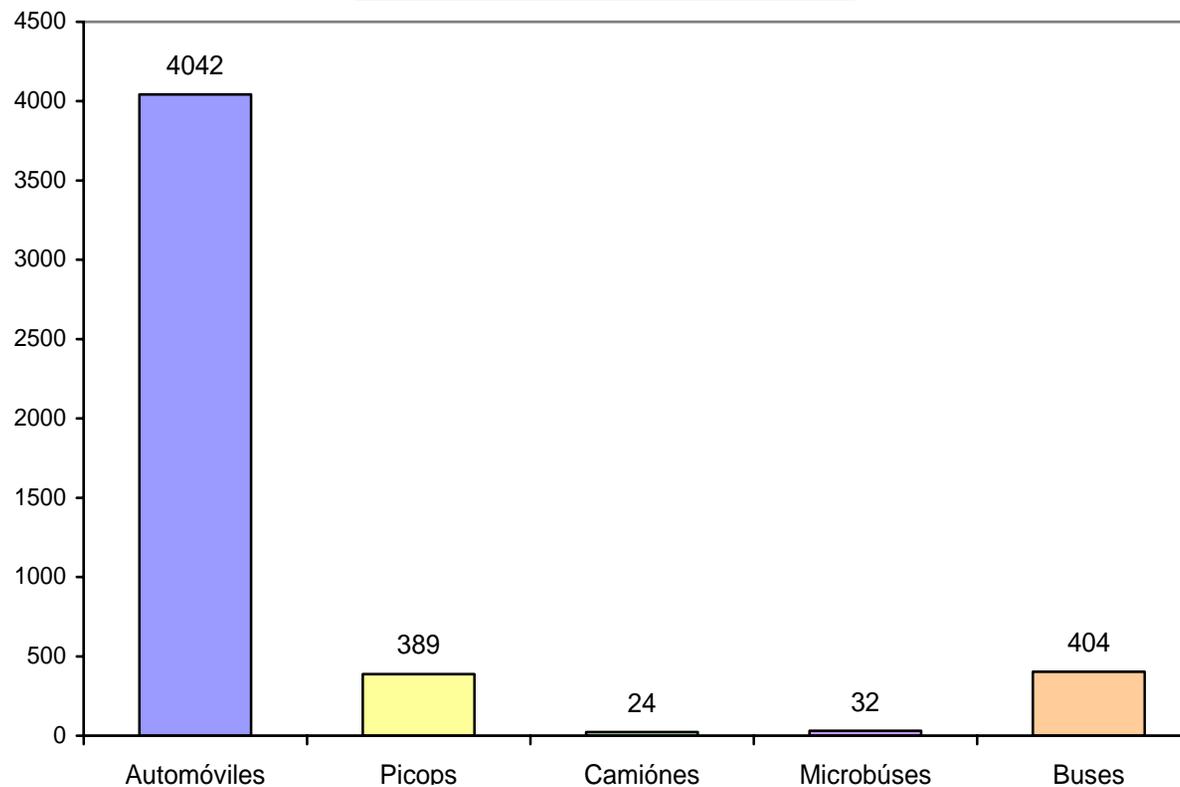


Volúmenes generados: el automóvil genera 4,042 unidades (82.64%), el bus 404 unidades (8.26%), el picop 389 unidades (7.95%), el microbús



32 unidades (0.65%) y el camión 24 unidades (0.49%).

Gráfica 5: Volúmenes por tipo de vehículo



FUENTE: CONSULTORES VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE 2006



Cuadro : 8 Sentido: Universidad-Avenida Petapa

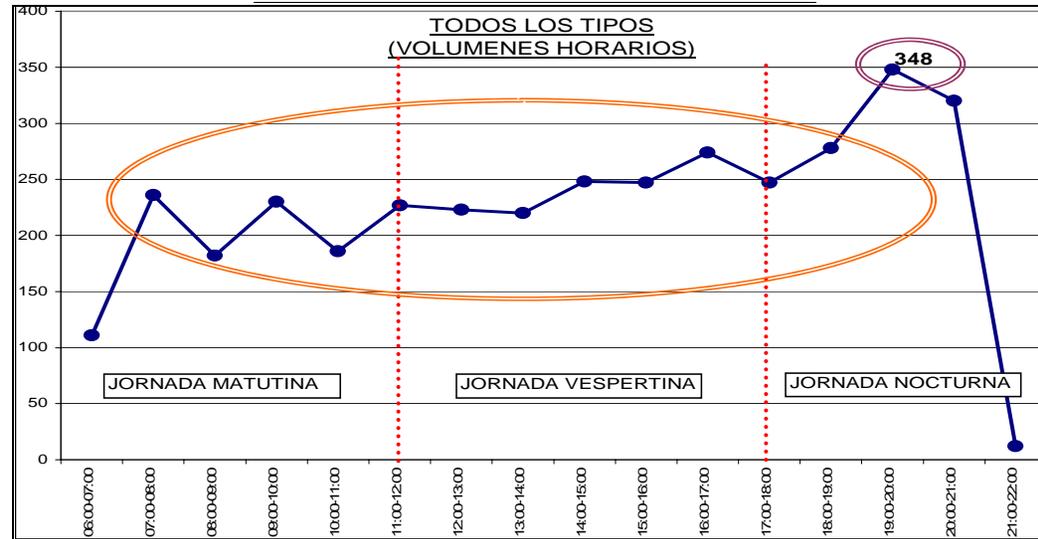
RANGO DE VARIACIÓN / HRA.	HORARIO MAYOR No. VEHICULOS	No. VEHICULOS	HORARIO MENOR No. VEHICULOS	No. VEHICULOS
100 - 300	19:00 - 21:00	348	21:00 - 22:00	12

FUENTE: CONSULTORES VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE 2006

Volúmenes generados: el automóvil genera 3,063 unidades (85.34%), el picop 402 unidades (11.20%), el camión 59 unidades (1.64%), el bus 33 unidades (0.92%) y el microbús 32 unidades (0.89%).

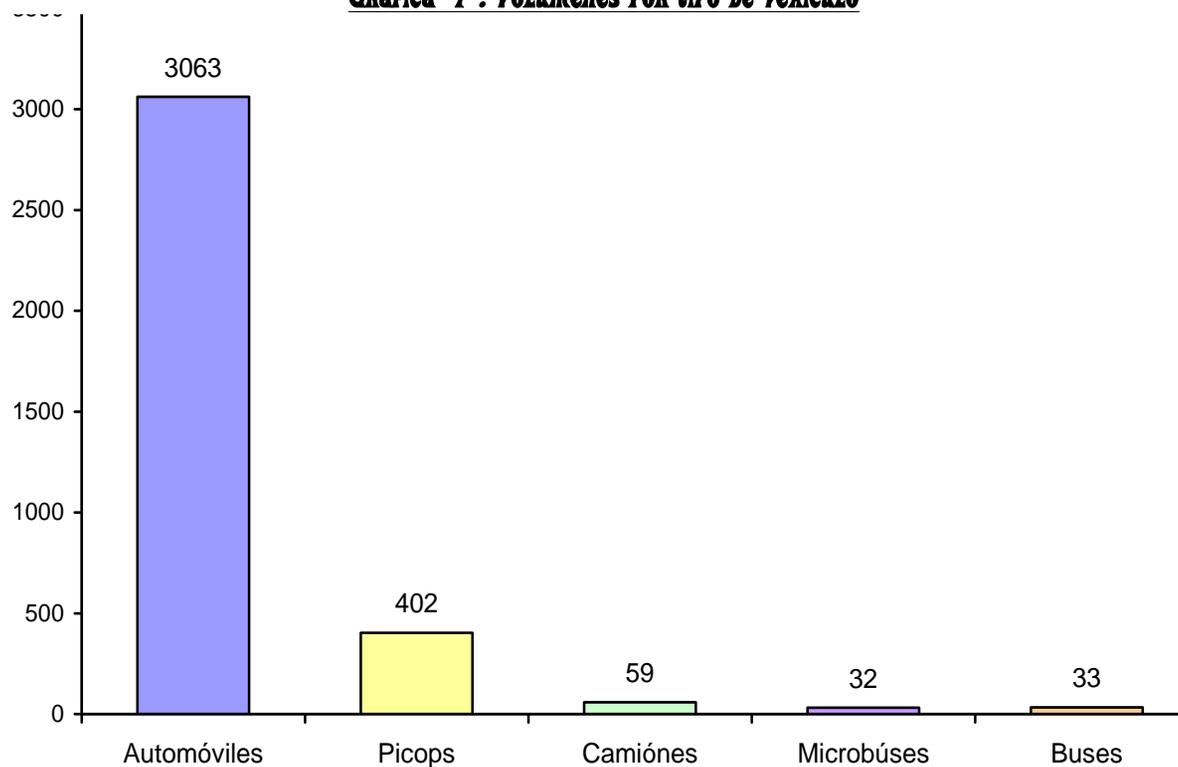


Gráfica 6: Sentido Universidad - Avenida Petapa





Gráfica 7 : Volúmenes por tipo de vehículo

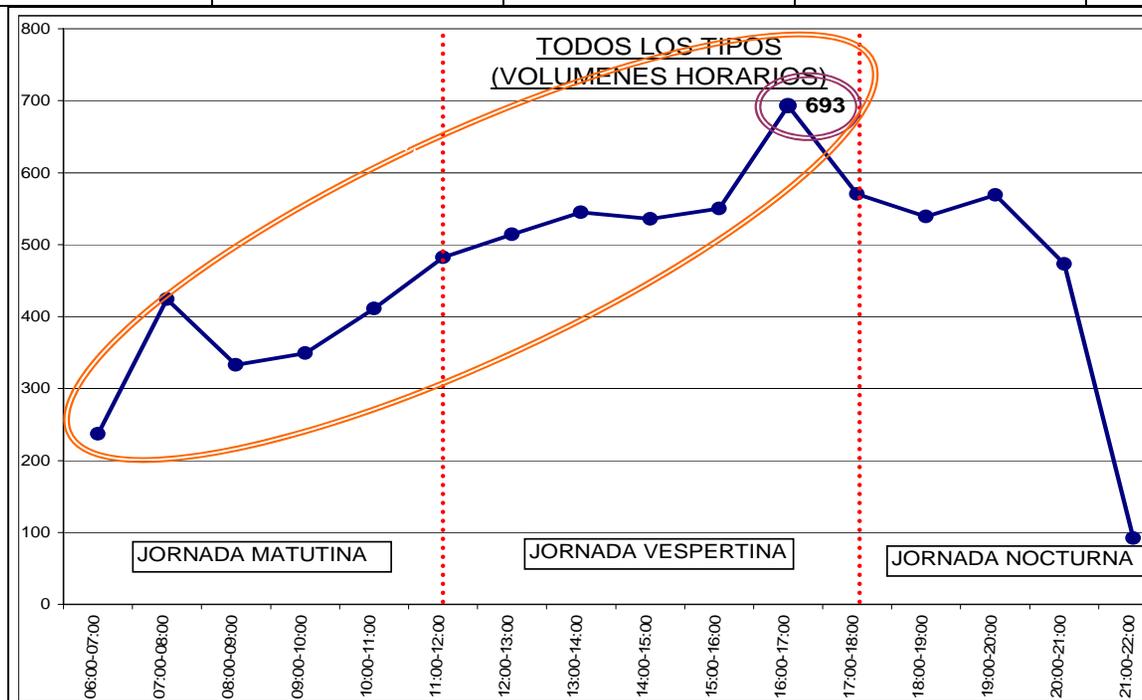


FUENTE: CONSULTORES VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE 2006



Cuadro : 9 Sentido: Universidad-Periférico

RANGO DE VARIACIÓN / HORA.	HORARIO MAYOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS	HORARIO MENOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS
693	16:00 - 17:00	693	21:00 - 22:00	92

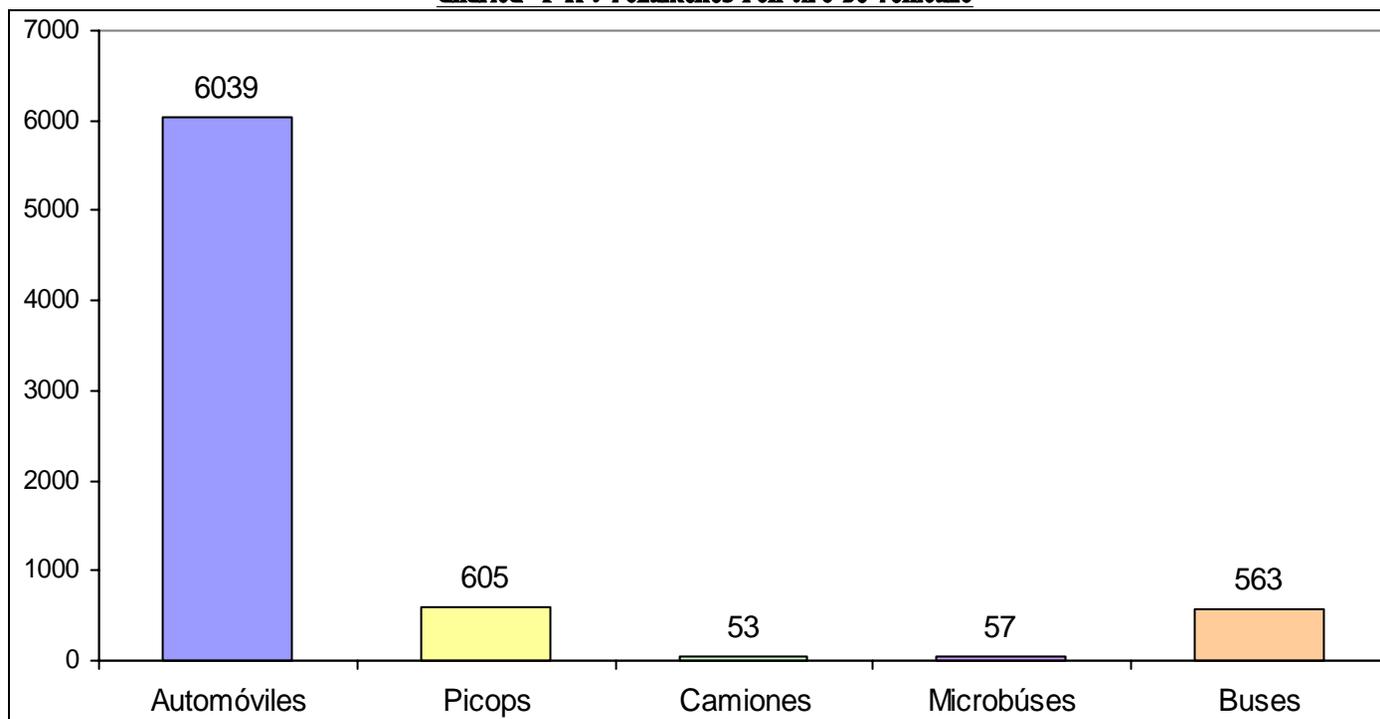


Gráfica 8: Sentido: Universidad-Periférico
Fuente: CONSULTORES VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE 2006

Volúmenes generados: el automóvil genera 6,039 unidades (82.53%), el PICOP 605 unidades (8.27%), el BUS 563 unidades (7.69%), el microbús 57 unidades (0.78%) y el camión 53 unidades (0.72%).



Gráfica 7 A : Volúmenes por tipo de vehículo



Fuente: CONSULTORES VIALES, S.A. ; UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE 2006

Cuadro 10. Estación Anillo Periférico



Esta estación de aforo fue ubicada en la entrada de la Universidad, en la garita de los guardianes y los resultados obtenidos son los siguientes:

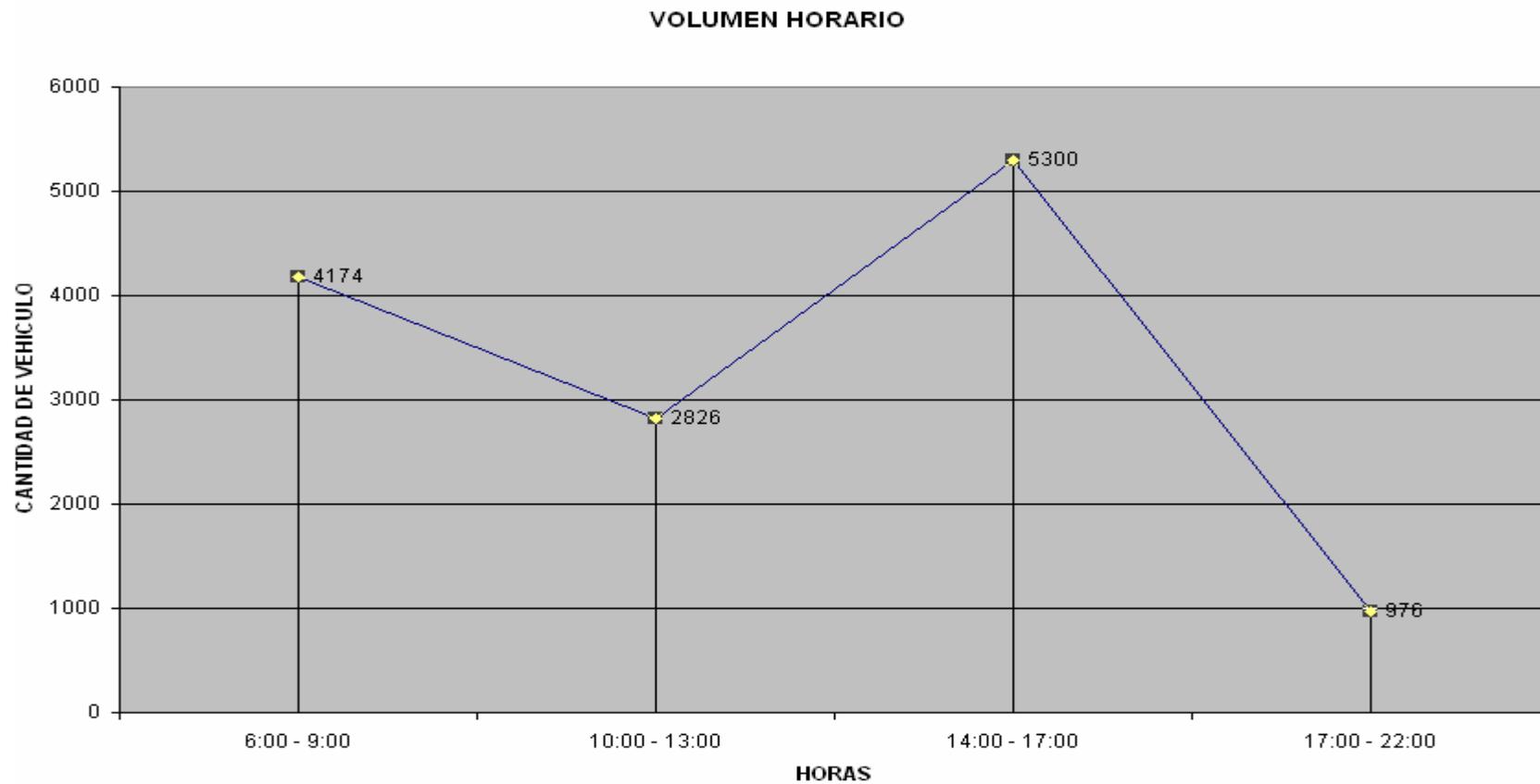
SENTIDO: DE UNIVERSIDAD A ANILLO PERIFÉRICO										SENTIDO: DE ANILLO PERIFÉRICO A USAC										SENTIDO: DE AVENIDA PETAPA A UNIVERSIDAD									
HORA	TIPO DE VEHICULO					VOLUMEN HORARIO	VEH. PESADOS		1	2	3	4	5	VOLUMEN HORARIO	VEH. PESADOS		1	2	3	4	5	VOLUMEN HORARIO	VEH. PESADOS						
	1	2	3	4	5		TOTAL	% V. P.							TOTAL	% V. P.							TOTAL	% V. P.					
06:00-07:00	296	29	5	8	70	408	75	18	961	76	7	10	40	1094	47	4	266	8	1	1	4	280	5	2					
07:00-08:00	411	42	2	13	56	524	58	11	1231	92	4	17	40	1384	44	3	393	24	0	0	10	427	10	2					
08:00-09:00	322	35	0	2	66	425	66	16	761	89	11	11	54	926	65	7	304	11	2	3	18	338	20	6					
09:00-10:00	315	38	6	3	56	418	62	15	629	82	10	7	42	770	52	7	317	28	2	1	9	357	11	3					
10:00-11:00	509	71	4	5	63	652	67	10	600	73	5	5	40	723	45	6	412	30	0	1	17	460	17	4					
11:00-12:00	469	46	5	10	48	578	53	9	384	69	13	8	43	517	56	11	183	28	2	4	19	236	21	9					
12:00-13:00	600	56	3	6	55	720	58	8	455	62	8	6	39	570	47	8	218	19	4	1	12	254	16	6					
13:00-14:00	593	45	3	6	58	705	61	9	887	73	7	6	43	1016	50	5	147	7	1	0	14	169	15	9					
14:00-15:00	521	53	5	4	65	648	70	11	926	89	9	5	44	1073	53	5	208	36	2	3	14	263	16	6					
15:00-16:00	714	62	3	7	54	840	57	7	910	78	6	7	46	1047	52	5	182	23	1	0	4	210	5	2					
16:00-17:00	665	57	3	10	68	803	71	9	1109	82	5	6	37	1239	42	3	200	8	0	3	0	211	0	0					
17:00-18:00	718	46	5	7	79	855	84	10	1753	98	1	10	52	1914	53	3	370	28	1	5	8	412	9	2					
18:00-19:00	972	60	0	12	48	1092	48	4	623	80	0	5	6	714	6	1	274	22	0	2	5	303	5	2					
19:00-20:00	1669	66	0	7	21	1763	21	1	184	10	1	4	0	199	1	1	27	0	0	0	0	27	0	0					
20:00-21:00	2972	101	0	22	26	3121	26	1	46	5	0	0	1	52	1	2	10	0	0	2	1	13	1	8					
21:00-22:00	250	26	0	0	1	277	1	0	10	1	0	0	0	11	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0					
TOTAL	11996	833	44	122	834	13829	878	6	11469	1059	87	107	527	13249	614	5	3512	272	16	26	135	3961	151	4					

TIPO: 1) Automóviles, paneles y jeeps 2) Pick ups 3) Camiones (C-2) 4) Microbuses 5) Buses

Fuente: CONSULTORES VIALÉS, S.R. ; UNIDAD EJECUTORA USAC - BCIE los datos resaltados representan el mayor número de vehículos.



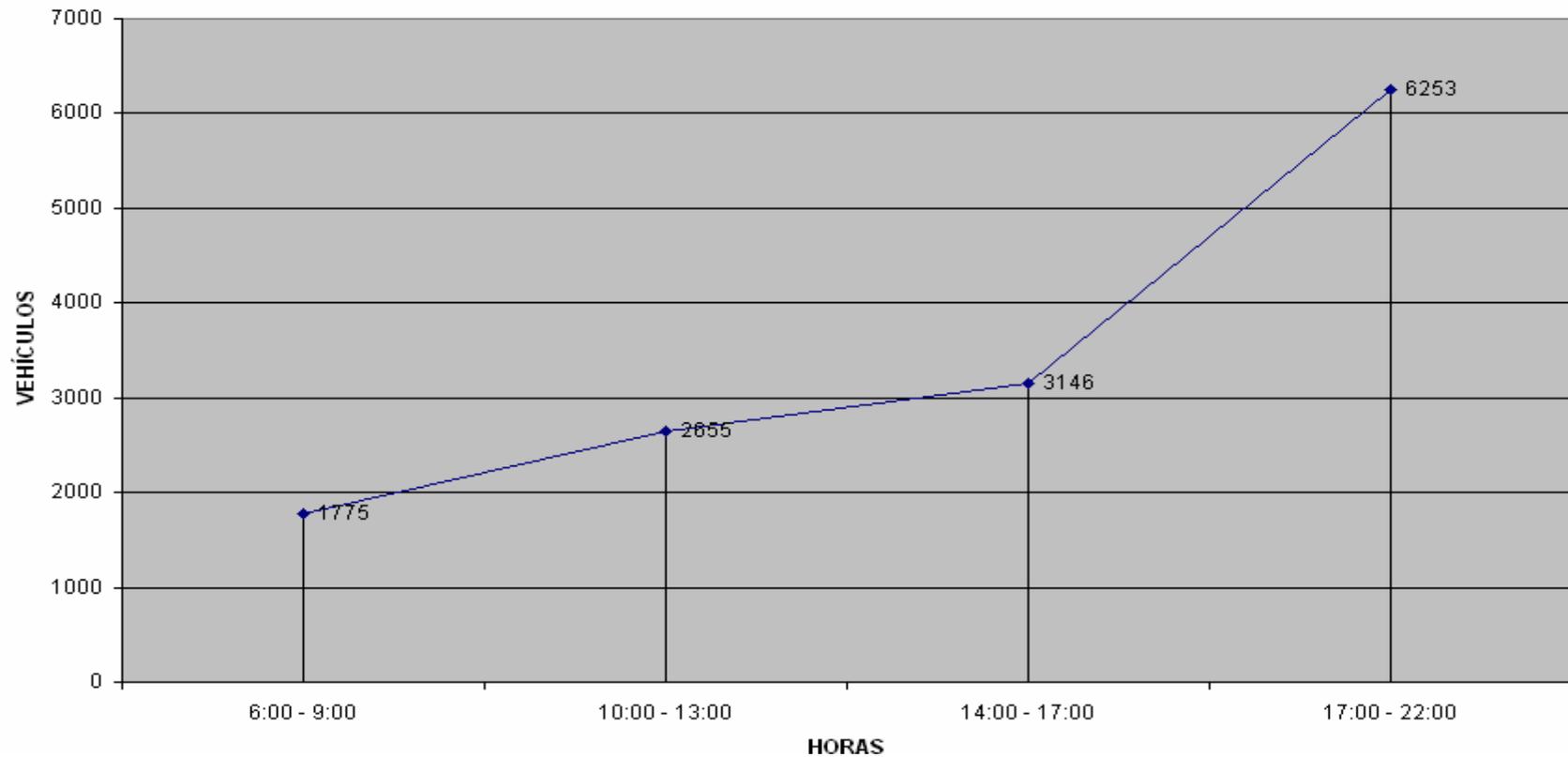
GRÁFICA 9 VOLUMEN HORARIO DE UNIVERSIDAD A ANILLO PERIFÉRICO





GRAFICA 10: VOLUMEN HORARIO AVENIDA PETAPA - UNIVERSIDAD PERIFÉRICO A USAC

VOLUMEN HORARIO

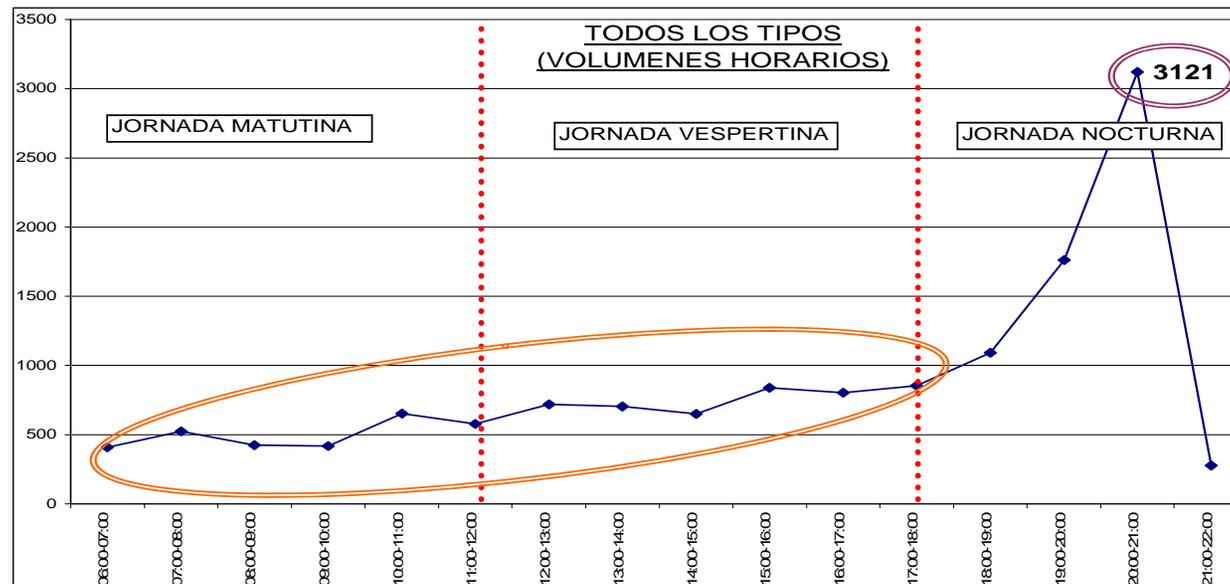


CUADRO 11 : SENIDO - UNIVERSIDAD-ANILLO PERIFÉRICO



RANGO DE VARIACIÓN / HORA.	HORARIO MAYOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS	HORARIO MENOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS
400 - 800	20:00 - 21:00	3,121	22:00	277

Gráfica 11: Sembo - Universidad - Anillo Periférico

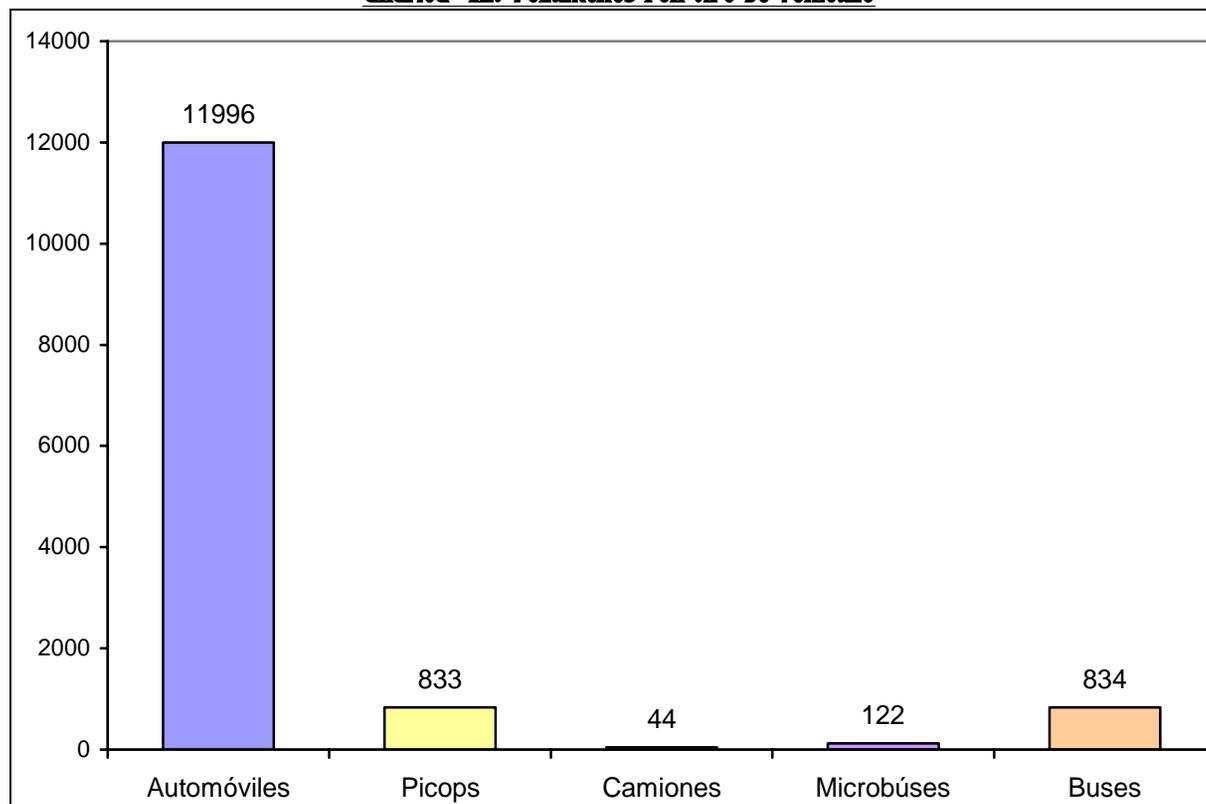


Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Volúmenes generados: el automóvil genera 11,996 unidades (86.75%), el bus 834 unidades (6.03%), el picop 833 unidades (6.02%), el microbús 122 unidades (0.88%) y el camión 44 unidades (0.32%).



Gráfica 12: Volúmenes por tipo de vehículo



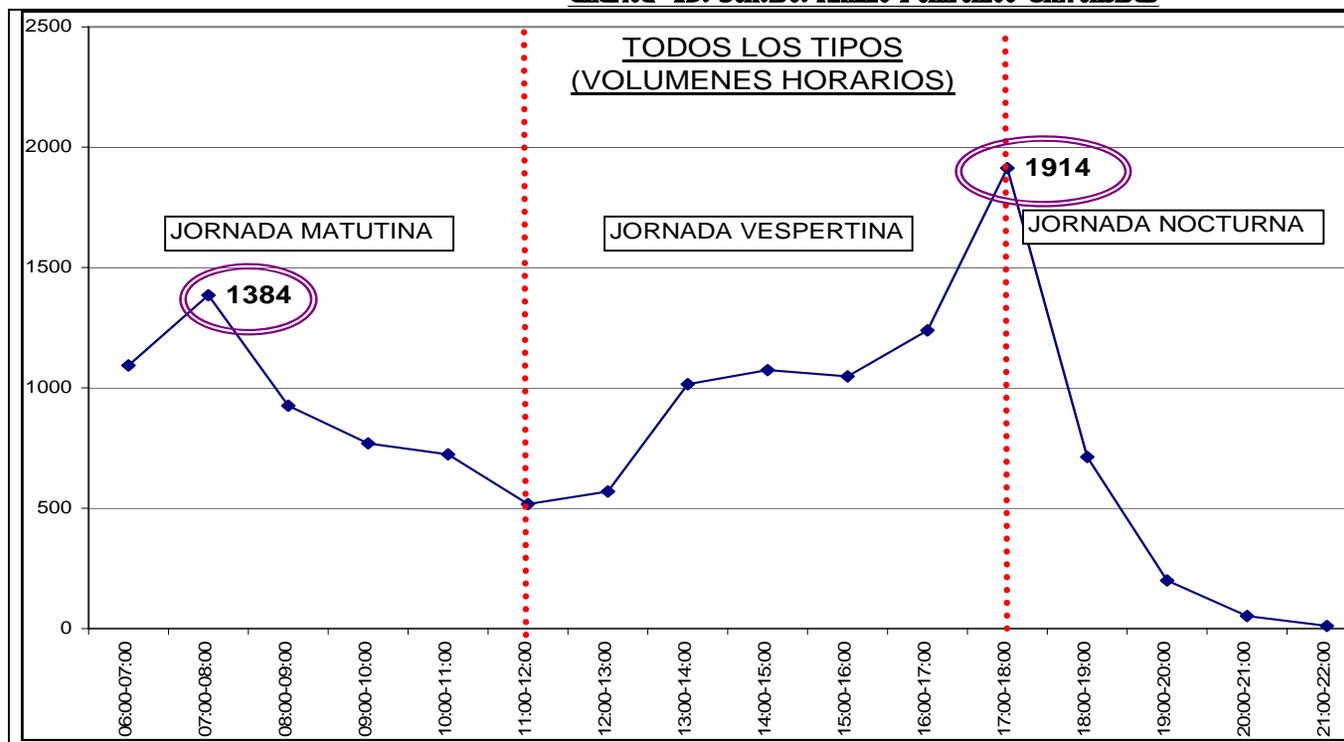
Fuente : ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro 12 : Servicio: Anillo Periférico-Universidad



RANGO DE VARIACIÓN / HORA.	HORARIO MAYOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS	HORARIO MENOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS
828	7:00 - 8:00	1384	18:00	11

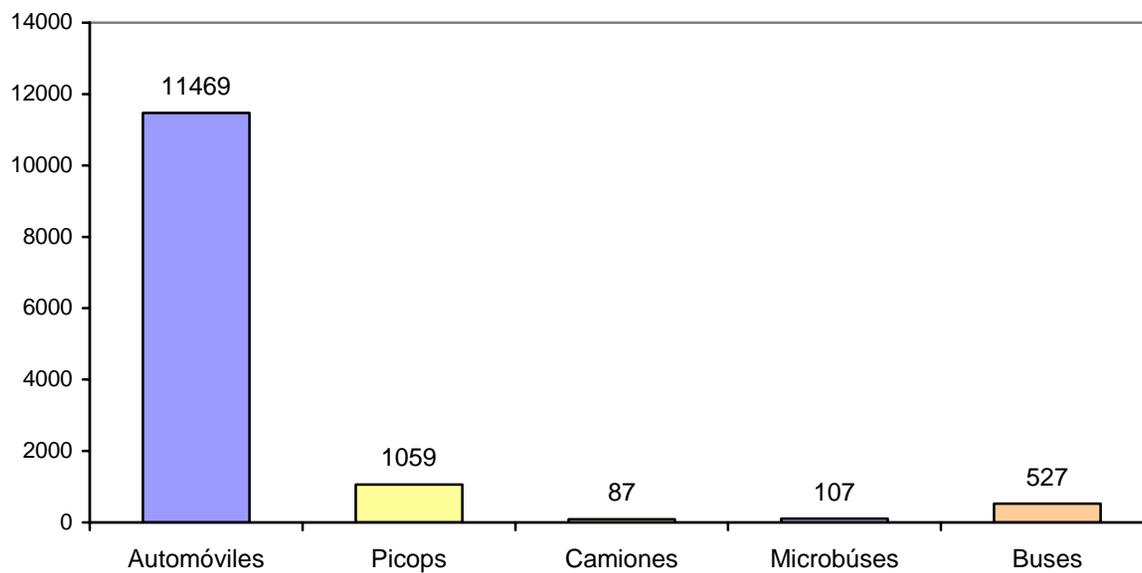
Gráfica 13: Sentido: Anillo Periférico-Universidad



Fuente : ELABORACIÓN PROPIA



Gráfica 14: Volúmenes por tipo de Vehículo



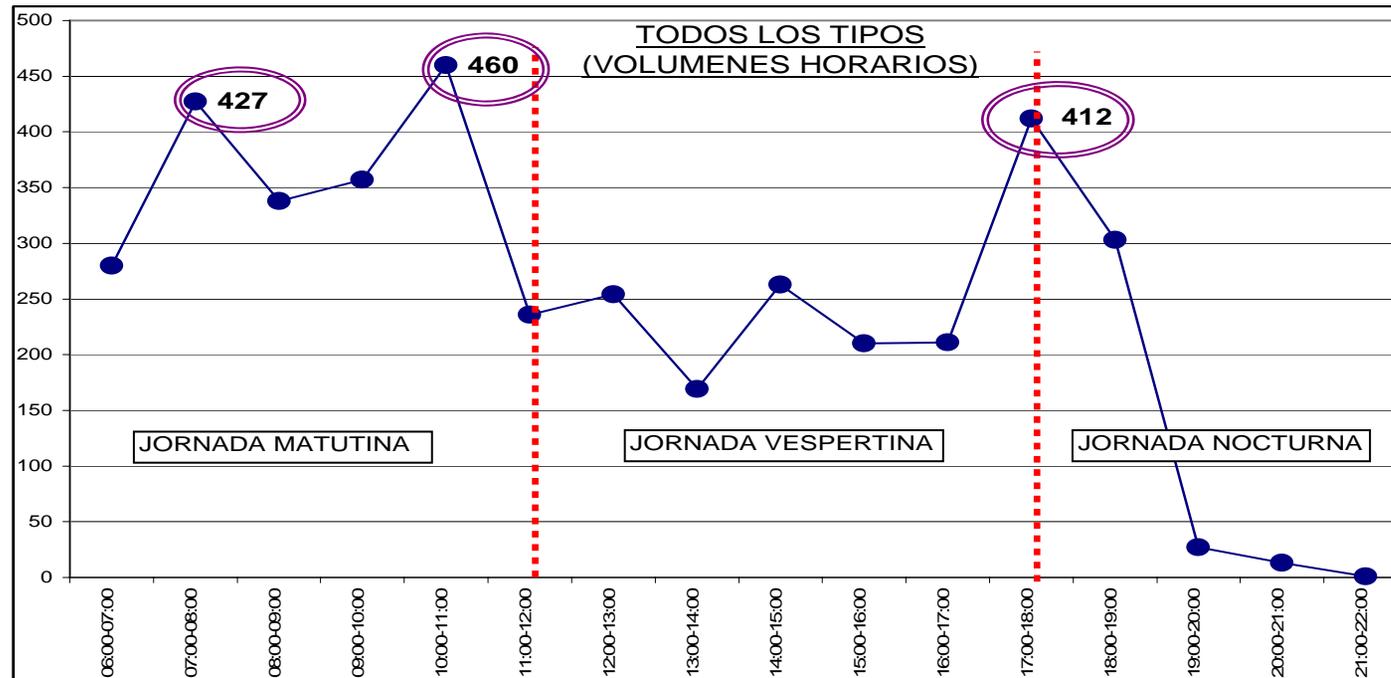
FUENTE : ELABORACIÓN PROPIA



Cuadro : 13 Sentido - Avenida Petapa-Universidad

RANGO DE VARIACIÓN / HORA.	HORARIO MAYOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS	HORARIO MENOR No. VEHÍCULOS	No. VEHÍCULOS
248	10:00 - 11:00	460	21:00 - 22:00	1

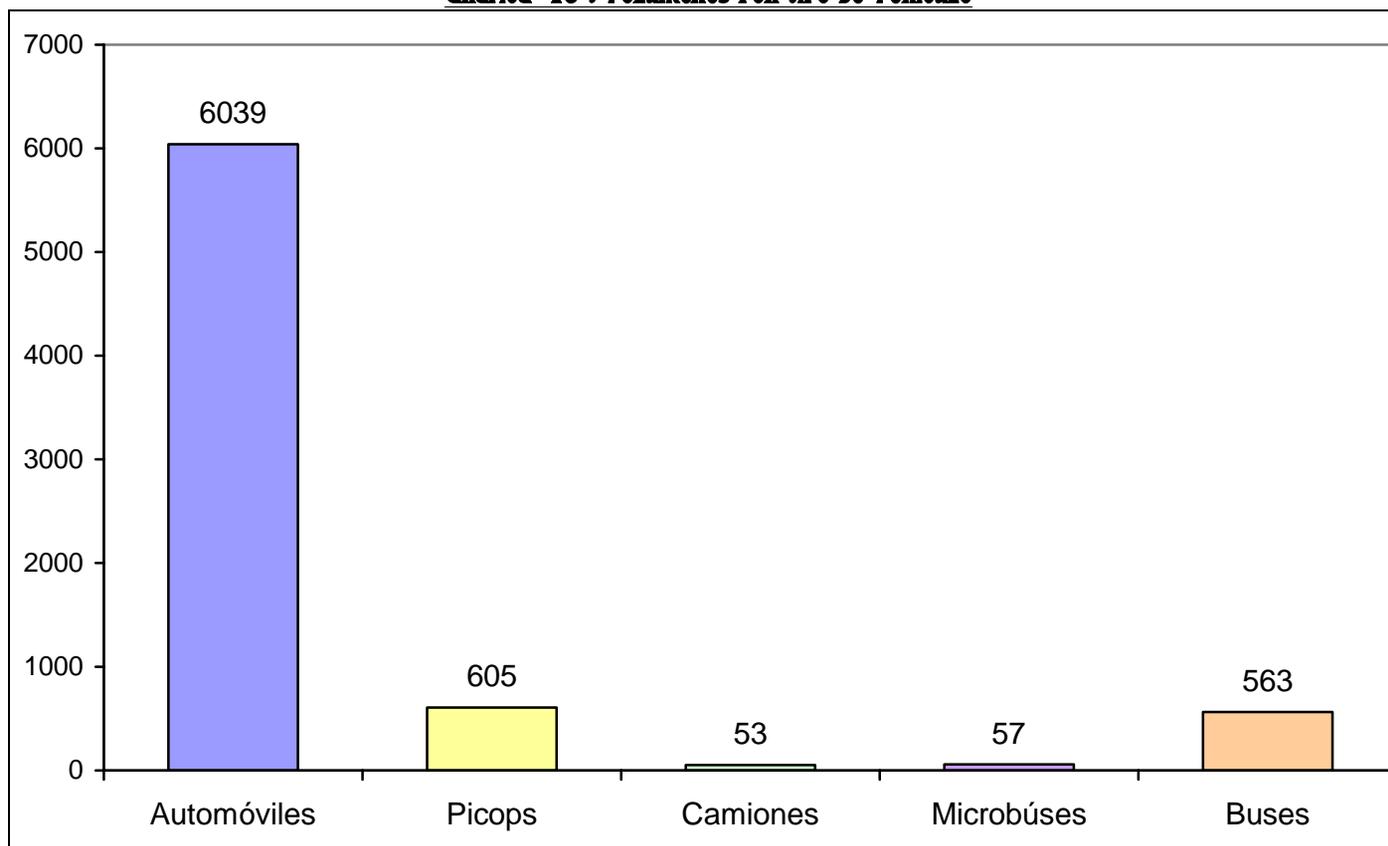
Gráfica 15 : Sentido - Avenida Petapa-Universidad



FUENTE : ELABORACIÓN PROPIA



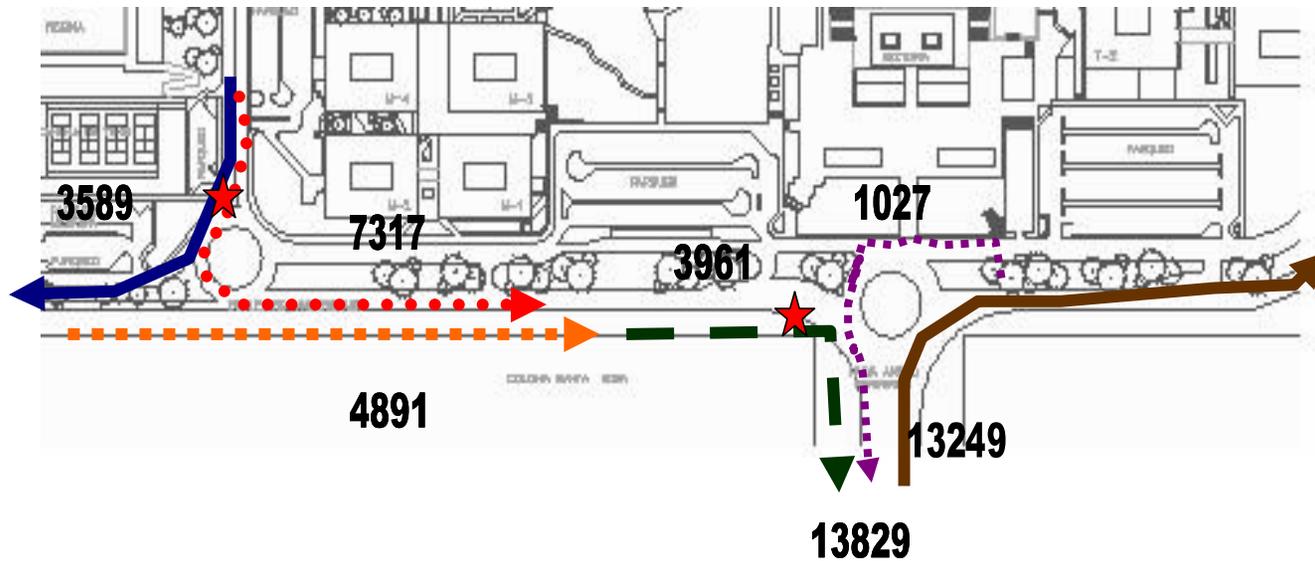
Gráfica 16 : Volúmenes por tipo de Vehículo



FUENTE : ELABORACIÓN PROPIA

Como resultado de los volúmenes de tránsito registrados, se obtuvo el diagrama de flujo siguiente:

Figura 2. Localización de las estaciones de aforo y diagrama de flujo



Es importante mencionar que de las horas pico registradas, tanto en el ingreso como el egreso de vehículos, en el sentido Universidad-Periférico, se observó un congestionamiento significativo entre las 20:00 y 21:00 horas con un volumen horario de 3,121 vehículos, en la estación de aforo localizada en la puerta de la Universidad y el enlace con el Anillo Periférico de la Ciudad de Guatemala.

Cuadro 14. Volúmenes totales por tipo de vehículo, el total por sentido y el total diario. Plan Maestro Vial Campus Central USAC

Estación	Sentido	TIPO DE VEHÍCULO	
		Total por	Total



		1	2	3	4	5	sentido	Diario
Anillo Periférico	De UNIVERSIDAD A PERIFÉRICO	11,996	833	44	122	834	13,829	27,078
	De PERIFÉRICO A UNIVERSIDAD	11,469	1,059	87	107	527	13,249	
Avenida Petapa	De Av. Petapa A UNIVERSIDAD	4,042	389	24	32	404	4,891	8,480
	De UNIVERSIDAD A Av. Petapa	3,063	402	59	32	33	3,589	

Fuente: Censo realizado por Consultores Viales, S.A.; Unidad Ejecutora USRC - BCIE

Como puede observarse, el mayor flujo vehicular se da del Anillo Periférico en una relación de 3.19 veces más que el observado en la Avenida Petapa, si se relativiza, salen y entran el 52.30 por ciento más para el Periférico que para la Petapa.

- **Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

Se sabe que el TPDA es el promedio de todos los volúmenes que se registran en un año y para calcularlo, se usa la siguiente fórmula:

$$TPDA = \frac{\sum VD}{365}$$

Donde:

VD = Volumen diario (lo ideal es 365 datos)

365 = los días contenidos en un año

Al no disponer de otros datos del año 2007, no se puede calcular el TPDA con la fórmula anterior, además se sabe que el volumen vehicular al inicio del año es mayor, pues la cantidad de estudiantes, en este periodo, es mayor. Conforme van pasando los meses la cantidad de vehículos va



bajando y más cuando ya casi termina el año. Por lo tanto, se asume que los volúmenes obtenidos, son una representación del TPD¹, en consecuencia los datos son:

a. **ENTRADA POR AVENIDA PETAPA:**

TPD = 8,480

b. **ENTRADA POR EL ANILLO PERIFÉRICO:**

TPD = 27,078

c. **DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL:**

Es un dato que a simple vista no tiene mayor relevancia, pero el Manual de Diseño de Pavimentos de la AASHTO, recomienda que el tránsito debe estar distribuido proporcionalmente, para el cálculo del espesor del pavimento. En caso de desigualdad direccional, establecen factores de corrección, de acuerdo a las diferentes proporciones que se presentan a continuación:

¹ Debido a que se trata de información sólo de un día se toma como TPD (Tránsito Promedio Diario).



**CUADRO 15. DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y FACTOR DE DISTRIBUCIÓN. Plan Maestro Vial
CAMPUS CENTRAL USAC**

DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL	FACTOR DE DISTRIBUCIÓN (FD)
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/00	0.71

Fuente: Censo realizado por Consultores Viales, S.A.

De acuerdo a los datos recopilados, tenemos las siguientes distribuciones direccionales:

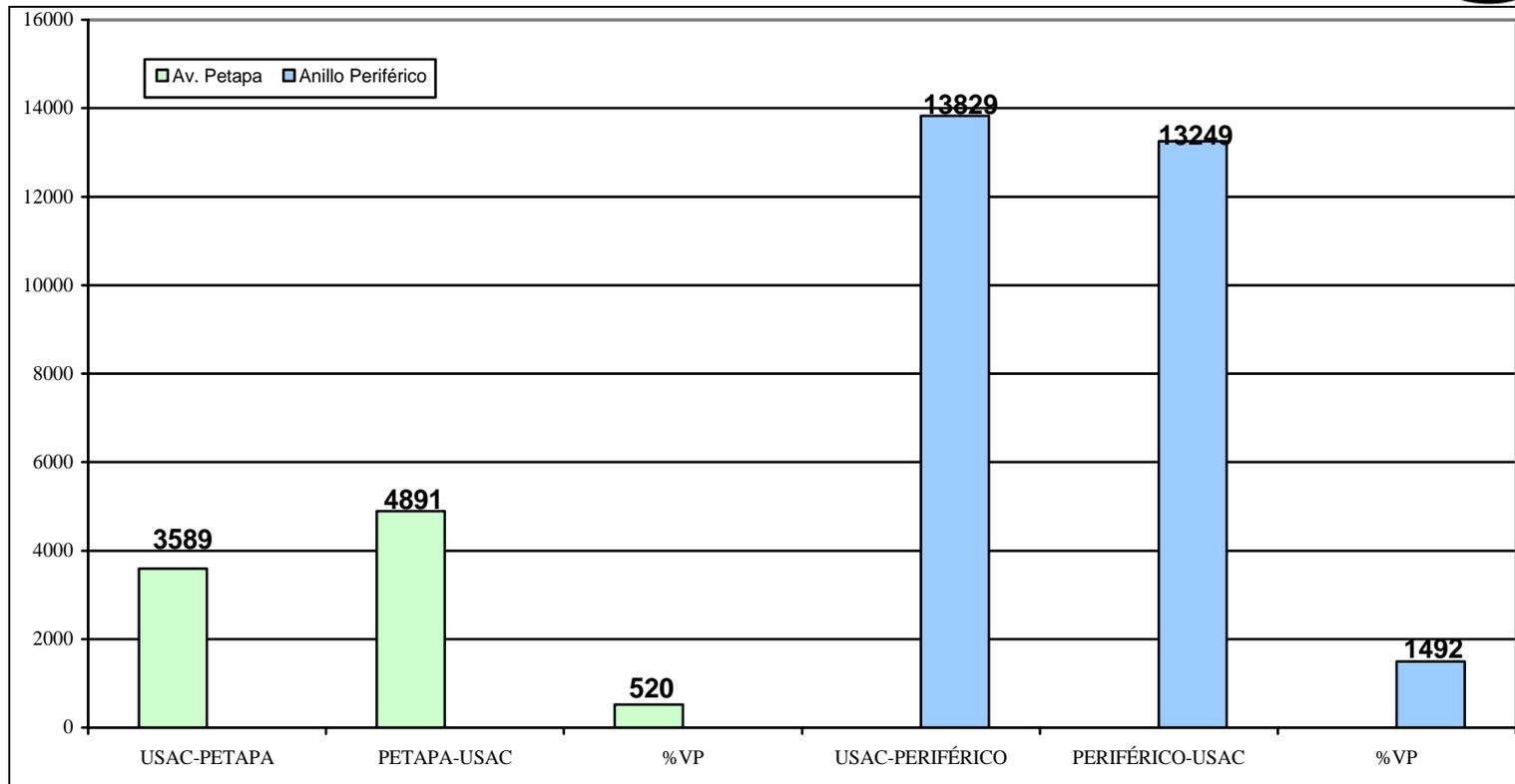
CUADRO 16. DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL POR SENTIDO SEGÚN ESTACIÓN. Plan Maestro Vial campus central USAC

ESTACIÓN	SENTIDO		TOTAL
	USAC - AV PETAPA	AV PETAPA - USAC	
AV. PETAPA	3,589 (42.32%)	4,891 (57.68%)	8,480
ANILLO PERIFÉRICO	13,829 (51.07%)	13,249 (48.93%)	27,078

Fuente: Censo realizado por Consultores Viales, S.A.

En la entrada por la Avenida Petapa, hay un leve desbalance, por lo tanto el Factor de Distribución (FD) es 0.94, mientras que por el Anillo Periférico hay más equilibrio, por lo tanto el Factor de Distribución (FD) es 1.00. La gráfica siguiente muestra las distribuciones.

GRÁFICA 19 : DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL POR SENTIDO SEGÚN ESTACIÓN



FUENTE : ELABORACIÓN PROPIA

- **Proyecciones del tránsito a (5, 10 y 15 años)**

Antes de proyectar el tránsito, se analizarán las tasas de crecimiento que se aplicarán a cada tipo de vehículo. En general, la demanda de transporte de pasajeros (automóviles, microbuses y buses) está asociada directamente al crecimiento de la población total, en este caso se hará



el análisis de la población estudiantil de la USAC. Para calcular las proyecciones se usará el método de la tendencia lineal.

Tasa de crecimiento estudiantil:

Hipóticamente, de acuerdo al crecimiento de la población estudiantil de la Usac así es el crecimiento del tránsito, por lo tanto se hará el análisis para comprobar esta hipótesis. A continuación se presenta la cantidad de estudiantes por año, la tasa Anual de Crecimiento (TAC) y la tasa Anual de Crecimiento Promedio (TACP).

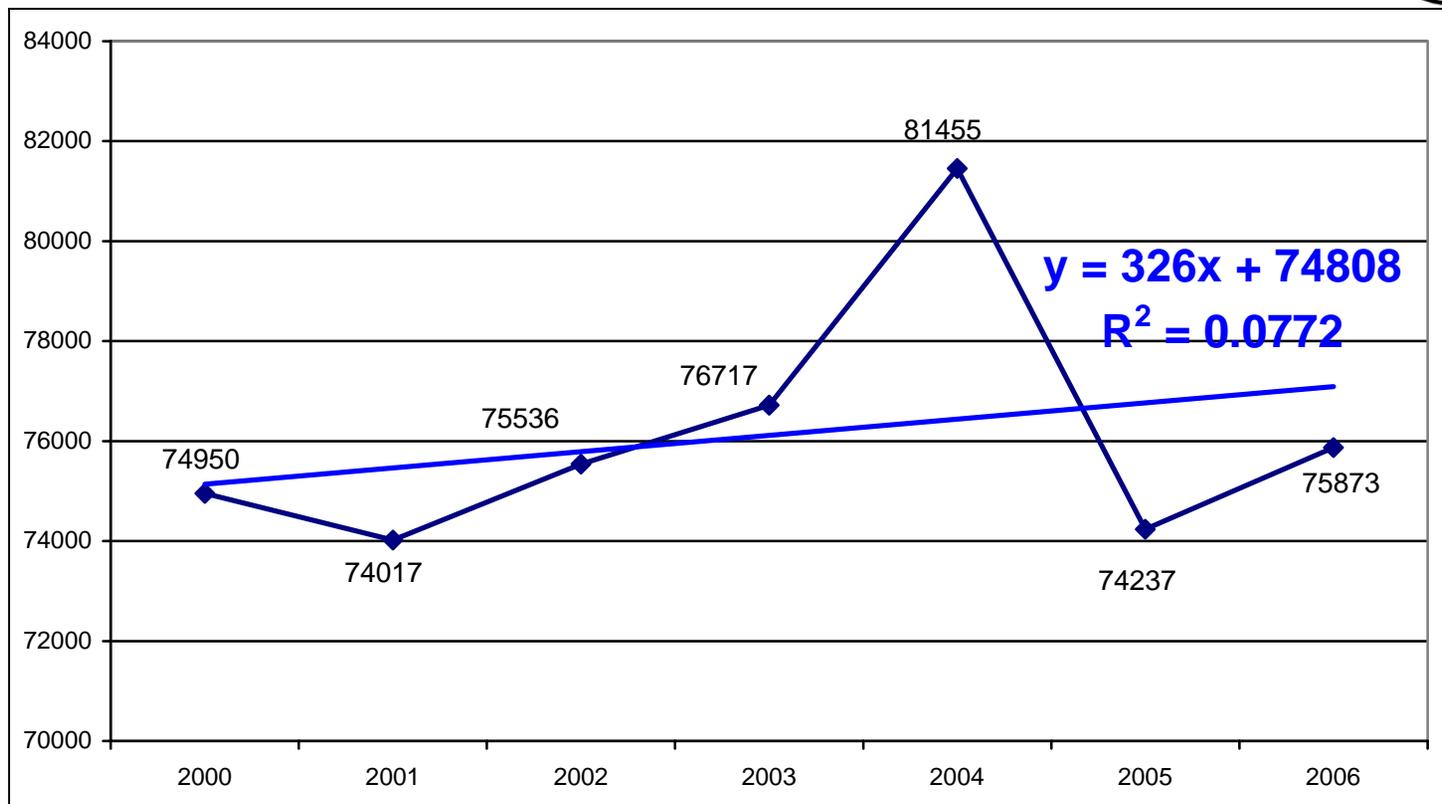
Cuadro 17. Número de estudiantes por año y tasa de crecimiento. USAC. 2000-2006.

TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ESTUDIANTES	74,950	74,017	75,536	76,717	81,455	74,237	75,873
TASA ANUAL DE CRECIMIENTO		- 1.24 %		2.05 %		- 8.86 %	2.20 %

FUENTE: DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA, 2006

Gráfica 18 : Número de Estudiantes por año



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Al analizar los datos para el período 2000 - 2006, no se logra determinar una clara tendencia y se obtiene el dato al calcular la tasa Anual de Crecimiento **0.27%**. Al calcular la tasa de crecimiento, sólo tomando los datos del 2000 y 2006, se obtiene una tasa de crecimiento del **1.23%** y al agregarle la recta de tendencia a la gráfica, se obtiene una tasa de crecimiento de **2.61%**. Esta última tasa de crecimiento podría tomarse como un valor más representativo de la tasa de crecimiento del tránsito y para proyectar el tránsito.



Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística, la población total del país en el año 2000 fue de 11.225,403 habitantes y para el año 2020 estima que será de 18.055,025 personas. La tasa de crecimiento promedio anual entre dichos años, utilizando el modelo tradicional exponencial $P_{2020} = P_{2000} * (1+i)^{20}$ es de 2.4%.

Tasa de crecimiento del parque vehicular del departamento de Guatemala:

Esta tasa de crecimiento se puede usar para proyectar cualquier tipo de vehículo. Datos de la Superintendencia de Administración Tributaria, indican que el departamento de Guatemala han tenido las siguientes cantidades de vehículos, anualmente:

Cuadro 18. Parque vehicular y tasa de crecimiento del departamento de Guatemala. 2000 al 2006

AÑOS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
VHÍCULOS	577,706	618,584	662,592	704,340	719,178	759,178	801,713
TASAS INTERANUALES		7.08 %	7.11 %	6.30 %	2.11 %	5.56 %	5.60 %

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA (SAT)

Políticas de la USRC en proporción al crecimiento de la población estudiantil y de la población trabajadora de la USRC, en relación con la capacidad de las instalaciones actuales y proyecciones de crecimiento de instalaciones físicas. Para proyectar el tránsito durante el período 2007 al 2021, se utilizó las tasas de crecimiento de la población (del país) y del Producto Interno Bruto.

Proyecciones

A continuación se presentan las proyecciones del tránsito que se generaran en la Universidad de San Carlos de Guatemala,



Cuadro 19. Proyecciones de Tránsito para el Campus Central USAC. Plan Maestro Vial 2007 al 2021.

PROYECCIONES DEL TRANSITO													
PROYECTO: "PLAN MAESTRO VIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS, CAMPUS CENTRAL"													
ESTACIÓN: AVENIDA PETAPA				ESTACIÓN: ANILLO PERIFÉRICO									
AÑO BASE	TIPO DE VEHICULO					TPDA BASE	AÑO BASE	TIPO DE VEHICULO					TPDA BASE
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
2006	7105	791	83	64	437	8480	2006	23465	1892	131	229	1361	27078
AÑO PROY.	TASA DE CRECIMIENTO APLICADA					AÑO PROY.	AÑO PROY.	TASA DE CRECIMIENTO APLICADA					AÑO PROY.
	2.40%	2.40%	2.70%	2.40%	2.40%			2.40%	2.40%	2.70%	2.40%	2.40%	
2007	7276	810	85	66	447	8684	2007	24028	1937	135	234	1394	27728
2008	7450	829	88	67	458	8892	2008	24605	1984	138	240	1427	28394
2009	7629	849	90	69	469	9106	2009	25195	2032	142	246	1461	29076
2010	7812	870	92	70	480	9325	2010	25800	2080	146	252	1496	29774
2011	8000	891	95	72	492	9549	2011	26419	2130	150	258	1532	30489
2012	8192	912	97	74	504	9778	2012	27053	2181	154	264	1569	31221
2013	8388	934	100	76	516	10013	2013	27703	2234	158	270	1607	31971
2014	8589	956	103	77	528	10254	2014	28367	2287	162	277	1645	32739
2015	8796	979	105	79	541	10500	2015	29048	2342	166	283	1685	33525
2016	9007	1003	108	81	554	10753	2016	29745	2398	171	290	1725	34330
2017	9223	1027	111	83	567	11011	2017	30459	2456	176	297	1767	35155
2018	9444	1051	114	85	581	11276	2018	31190	2515	180	304	1809	35999
2019	9671	1077	117	87	595	11547	2019	31939	2575	185	312	1852	36864
2020	9903	1102	121	89	609	11824	2020	32705	2637	190	319	1897	37749
2021	10141	1129	124	91	624	12108	2021	33490	2700	195	327	1942	38655

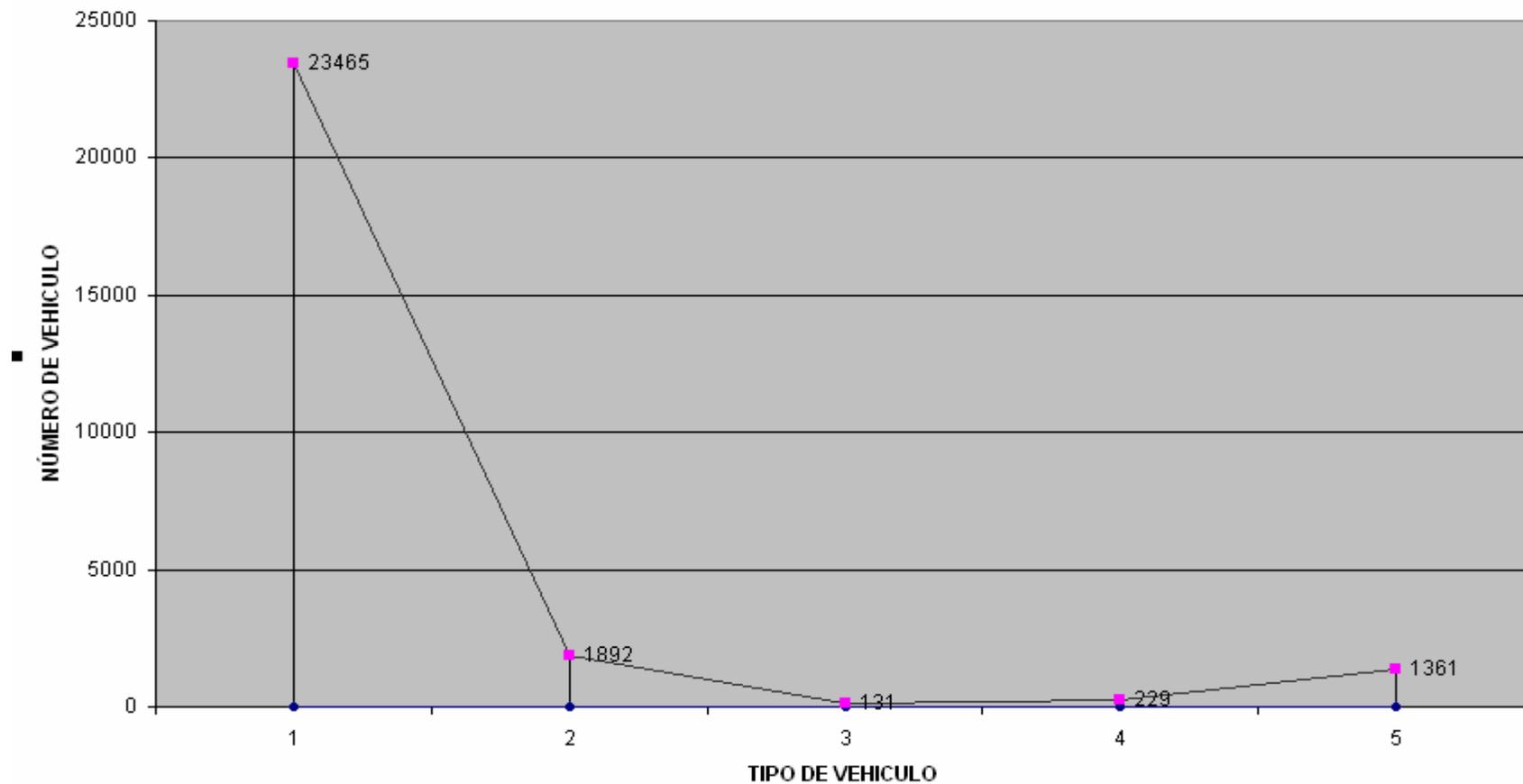
Fuente: CONSULTORES VIALS S.A., UNIDAD EJECUTORA Universidad de San Carlos de Guatemala, - BCIE 2006



GRAFICA 19 : AÑO 2006 CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR TIPO AVENIDA PETAPR

AÑO 2006 CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR TIPO

Barra de Formulas

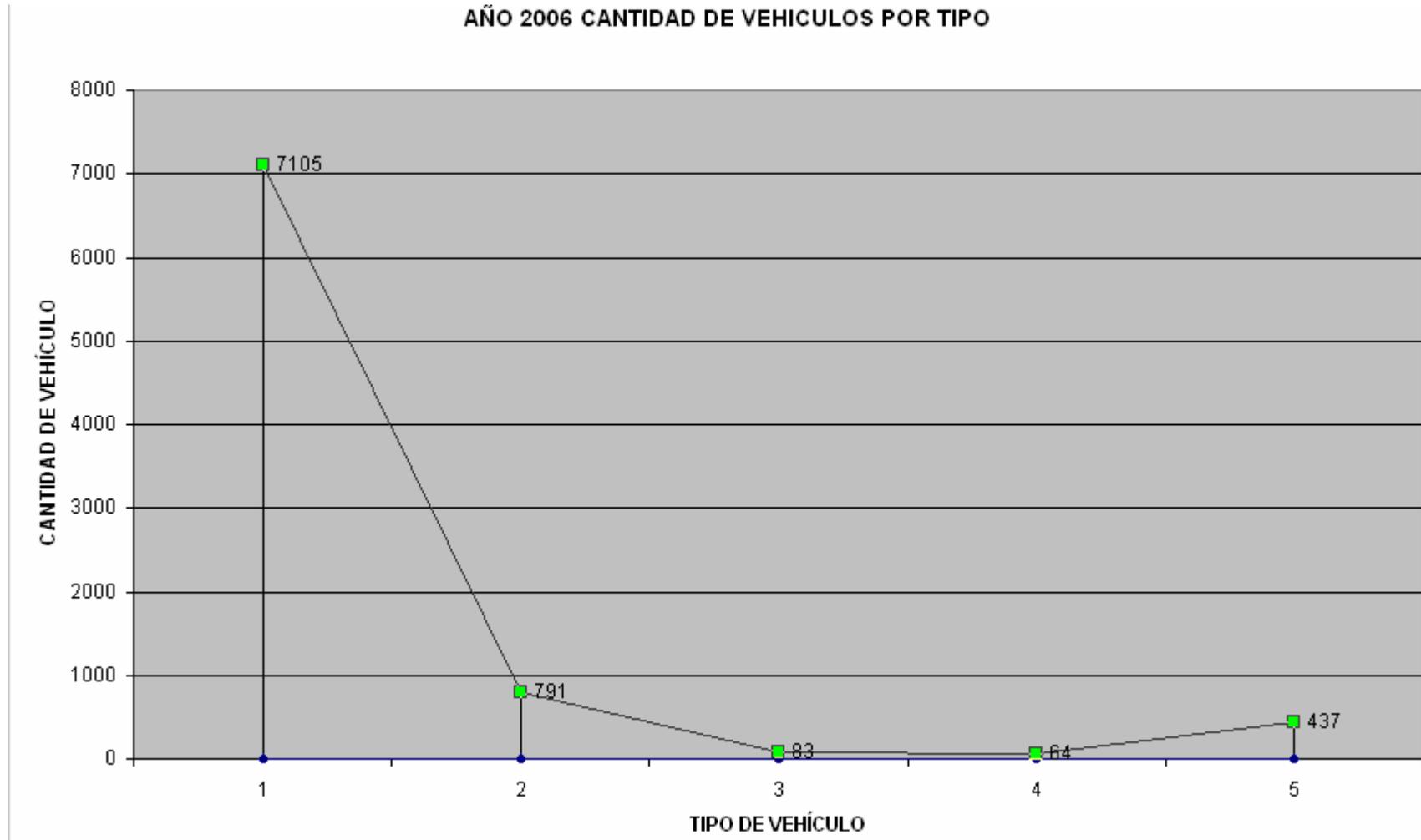


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



GRAFICA 20 : AÑO 2006 CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR TIPO ANILLO PERIFÉRICO

AÑO 2006 CANTIDAD DE VEHICULOS POR TIPO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL CAPITULO I:

XIPÓTESIS:

El problema de la vialidad y los estacionamientos en el campus de la Universidad, puede encontrar solución a través de las propuestas de edificación en niveles, subterráneos, o de combinación de solución subterránea con solución a nivel de calle. El rápido crecimiento de la población estudiantil, demanda estacionamientos que no crecen con la velocidad de crecimiento poblacional estudiantil, que a futuro demandarán áreas que sobrepasan en mucho las actuales áreas de estacionamientos.

El mayor flujo vehicular, se da en el Anillo Periférico, siendo 3.19 veces más que el flujo que proviene de la Avenida Petapa, por el lado del Anillo Periférico ingresan 11,996 vehículos diariamente contra 4,042 que se registran de la Avenida Petapa hacia la Ciudad Universitaria.

Existen concentraciones en horas picos como los son la jornada matutina llegando a su volumen máximo de 7:00 a 8:00 horas, llega a 1,384 vehículos, es de hacer notar, que a esta hora, es el ingreso del personal administrativo de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La otra concentración pico se da en el límite de la jornada vespertina y comienzo de la jornada nocturna cuando su volumen máximo de 17:00 a 18:00 horas, con 1,914 vehículos, coincidiendo con el ingreso de las unidades académicas con mayor número de estudiantes: Facultad de Ciencias Económicas y Facultad de Ciencias Sociales.

Puede comprobarse que la vialidad se ve afectada, dados los volúmenes de vehículos que ingresan diariamente al campus universitario, principalmente en las horas pico apuntadas con antelación, dado que ingresan en el horario de las 17:00 a las 18:00 horas con velocidades de 60 kilómetros por hora, disminuyendo hasta 15 kilómetros por hora, es decir una disminución de 45 kilómetros por hora o lo que es igual a decir que disminuyen un 75% su velocidad de ingreso.

Sumado a esto se puede comprobar la hipótesis, en el sentido que la velocidad de crecimiento de los estudiantes universitarios supera en mucho la capacidad instalada de respuesta a la demanda creciente de estacionamientos, lo que ha provocado déficit que se incrementan con el tiempo.

Este hecho lleva a confirmar la hipótesis en el sentido que se hace necesario de dar solución arquitectónica a los estacionamientos en niveles, subterráneos o en una combinación de ambos, dada la demanda insatisfecha observada en la actualidad.

Recomendaciones:



Se recomienda la construcción de tres torres de parqueos ubicadas a lo largo de la vialidad de la Ciudad Universitaria, para poder aumentar la capacidad instalada actual de estacionamientos, con esto lo que se logra es quitar de la vialidad los vehículos que se estacionan sobre la misma, aumentando dos carriles por un lado que repercutirá en mayor velocidad de desplazamiento, especialmente en el área paralela al Estadio Revolución.

Atender las recomendaciones del Plan Maestro de Desarrollo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en lo relativo al estudio de nuevos accesos al Campus Universitario, principalmente el propuesto para albergar vehículos en el área de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media (EFPEM), construyendo una salida directa por la referida área hacia la Avenida Petapa conectándola directamente con la Calzada Atanasio Bzul.



CAPÍTULO II

ASPECTOS TEÓRICOS METODOLÓGICOS

Desde los años 1990 hasta la actualidad 2007, el problema rebasa la capacidad instalada y se manifiesta un caos total en lo que se refiere a estacionamientos y vialidad en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El proyecto de graduación aborda la problemática y genera una propuesta arquitectónica que aborde la referida problemática y, que se exprese en la ampliación de la capacidad instalada de Vialidad y Estacionamientos, todo el planteamiento se hará en el propio Campus Universitario.

TRÁFICO: PRINCIPAL DOLOR DE CABEZA DE ESTUDIANTES

Las autoridades universitarias en el año 1998 decidieron obligar a quienes ingresan en automotores al campus a formar parte de un recorrido total de tres kilómetros, aspecto que derivó en una fuerte oposición al inicio de parte del estudiantado y del sector docente. La estrategia era evitar que personas ajenas a la academia la utilizaran como vía para trasladarse desde la Aguilar Batres a la Petapa y viceversa. La acción también iba encaminada a descongestionar las colonias aledañas.

Para el efecto, se basaron en un estudio conjunto entre la sección urbanística y la Municipalidad capitalina, se ampliaron calles, construyeron islas de paradas para buses y en ese momento se decidió tomar control de todos los espacios de estacionamiento de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

“Fue un proyecto que se venía postergando y que cumple con una orden de la Contraloría General de Cuentas de la Nación (CGCN) que indica que todos los que ingresen a los estacionamientos, paguen a la Universidad.” Ahora se redujo en un 90% el número de vehículos que ingresan, lo hacen quienes desconocen la disposición o que no leen los avisos.

Lo anterior aún no resulta del agrado de la totalidad de población universitaria, para muestra los estudiantes, quienes enfatizan que le parece injusto el alza de la cuota de estacionamiento Q 1.00 más. Los representantes también consideran necesario frenar el robo de automóviles y con los sucesos acaecidos en las áreas cercanas a la biblioteca como fuente de delincuencia hace pocos años.



Los opositores también destacan que la acción concerniente a los estacionamientos es una medida impuesta por el Consejo Superior Universitario para agenciarse de fondos, sin un destino definido.

Los graves problemas urbanos que se observan hoy en día en la Universidad de San Carlos de Guatemala, de Guatemala, son reflejo de la problemática urbana a nivel de la ciudad, siendo el resultado de no aplicar a través de los años una planificación urbana de largo plazo, que sea pragmática, ambiciosa e imaginativa de lo que debe y podría ser una ciudad privilegiada por su herencia histórica. Esta inacción de no planificar, gestionar y ejecutar oportunamente soluciones frente a problemas grandes, ha devenido en la acumulación de cuellos de botella muy graves y de difícil resolución, por la escala y el nivel de complejidad al que han alcanzado los mismos. La conflictividad actual en el desarrollo urbano en la Universidad de San Carlos, y de Guatemala, no solamente radica en sus dificultades para modernizarse y adecuar soluciones oportunas a la altura de los problemas y a la nueva realidad demográfica, para modernizarse y adecuar soluciones oportunas a la altura de los problemas y a la nueva realidad de crecimiento universitario y a las limitaciones de generar soluciones tanto ágiles como apropiadas en beneficio de la comunidad universitaria.

Tráfico y Sistema Vial

- a. No hay planificación/ejecución de largo plazo y aplicación de un sistema integrado y jerarquizado.
- b. Se tienen vías de acceso cerradas sin conectividad.
- c. Estándares de ancho de calles, veredas, sistemas de estacionamientos y geometría de las vías inadecuadas, fuera de estándares.
- d. Planificación inadecuada de obras y corredores viales que mejoran la velocidad del transporte de personas, pero producen esclerosis vial y cuellos de botella que bloquean la conectividad transversal y la movilidad del tráfico de vehículos.
- e. Sobre explotación de la capacidad de carga de ciertas vías y baja explotación de otras producen cuellos de botella y tráfico innecesario.



F. OBSTRUCCIONES VIALES EN EL CAMPUS, POR FALTA DE SEMAFORIZACIÓN Y EL SENTIDO DE LAS VÍAS; CUELLOS DE BOTELLA FOCALIZADOS.

• TRANSPORTE DE PERSONAS

a. Enfoque de solución de corto plazo, ausencia de obras macro de largo plazo.

b. Número y estándares de Buses Urbanos inadecuados y/o para la demanda (tiempo de máxima y mínima demanda) y características de las vías.

c. Racionalización de ingresos de vehículos con cargas pesadas a la ciudad, por ausencia de conectividad de vías expreso y planificación de paradas a flujos de abastecimiento

• Nuevos territorios con planificación (planificación de largo plazo)

a. Desde el año 2006, la Coordinadora General de Planificación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, viene implementando la planificación de largo plazo y derivar de ella el mediano y el corto plazo a través de la implementación de Planes Operativos Anuales (POA), se debe fortalecer los planes de desarrollo físico con estándares viales e infraestructura básica adecuados, de no hacerse así se multiplicará el afloramiento de 'clusters' urbanos cerrados y congestionamiento vehicular y el taponamiento urbano.

• Problemática a resolver de inmediato:

a) Aumento de espacios de estacionamientos, para descongestionar el anillo periférico universitario, con esto se logrará aumentar la velocidad del tráfico.

b) Aumento del ancho de las calles y aumento de la altura de las edificaciones (Estímulo para la densificación) para reducir costos de transporte, transferencia y maximizar capacidad instalada de infraestructura básica.

c) Desarrollos urbanos en territorios nuevos con tendencias de caotización al corto plazo: calles estrechas, sin conectividad transversal, y



REGULACIONES INADECUADAS PARA EQUIPAMIENTO URBANO.

· Limitaciones urgentes a superar

- a. ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DISPERSA, LENTA Y DESCONECTADA ENTRE SÍ.
- b. FERIA DE OPORTUNIDADES PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD TÉCNICA UNIVERSITARIA (POR MEDIO DE SUS DISTINTAS UNIDADES ACADÉMICAS TÉCNICAS), EN LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS URBANOS. La Coordinadora General de Planificación implementó en febrero de 2007 un Plan Piloto denominado “LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, SOLUCIONANDO SU PROPIA PROBLEMÁTICA”, en el que se involucra a cada unidad académica, tomando en cuenta su nivel de competencia y especificidad, aportando en la solución de los problemas universitarios.
- c. La potenciación de los recursos locales y la cultura del positivismo y la grandeza (Cambio de mentalidad “POBRES SIEMPRE POBRES”, a “POBRES A LA TOMA DE OPORTUNIDADES PARA SALIR DE LA POBREZA”).
- e. La Potenciación de dar crédito a la innovación, a la creatividad, al positivismo y a la humildad para reconocer culpas y el desechar el pesimismo, negativismo, y la delegación de culpas de errores propios, a terceros (SOY POBRE O NO PUEDO HACER LAS COSAS POR CULPA DE ELLOS...).
- f. La potenciación del orgullo local y la supresión de la mediocridad y la corrupción.
- g. La potenciación de las dificultades topográficas/físicas para convertirlas en oportunidades y fortalezas.

En la actualidad la Coordinadora General de Planificación implementa el desarrollo universitario teniendo como referente principal el Plan Estratégico PE - USAC- 2022, en donde se trazan las trece líneas estratégicas de planificación con miras al desarrollo integral de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de Guatemala. EL Plan Estratégico, se proyecta al año 2022, dado que su formulación se dio en el año 2002 y a partir de allí, se tienen cinco periodos rectorales para su ejecución.

NIVEL NORMATIVO



R) La demanda de plazas de estacionamiento se determinó considerando los siguientes índices:

- Estudiantes que se trasladan a la Ciudad Universitaria en transporte colectivo = 85% estudiantes que se trasladan en vehículo particular = 14% (Esta cifra se manejó en el pasado, según el último estudio llevado a cabo por Consultores Viales, S.A. el dato arroja un valor de 25.3% se transportan en vehículo al campus central, lo que equivale a 20,727 vehículos diarios
- en otros medios de transporte = 1%
- capacidad actual de los estacionamiento = 3,538 plazas
- índices personas por cada automóvil = 2.03
- capacidad de población estudiantil para la cual fue diseñada la ciudad universitaria = 37,791 estudiantes.
- Población universitaria en la hora pico = 68%
- vehículos de personal administrativo y docente = 10%.

Se desarrollará un ejemplo con la Facultad de Arquitectura:

Total de estudiantes de la Facultad de Arquitectura = 5,190

a) $5,190 \times .14$ (que se transportan en vehículo particular, según estimaciones antiguas) = 727 estacionamientos.

Con datos recientes se tiene la siguiente valoración:

$5,190 \times 0.253 = 1,313$ estacionamientos, es decir un incremento de 586 estacionamientos de más dado según los últimos datos de Consultores Viales, S.A. , Unidad Ejecutora USAC – BCIE año 2006.

b) $727 \times .68$ (hora pico) = 494 vehículos en hora pico.

c) $494 / 2.03 = 243$ vehículos.

d) $243 \times .10$ (vehículos del área administrativa y docente) = 24 vehículos.

e) 331 estacionamientos actuales en 2006 menos 727 = - 396 déficit difícil de plazas de estacionamiento en la Facultad de Arquitectura.



- f) Para el año 2006; 10,983 plazas demandadas x 25 m² por estacionamiento = 274,575 metros cuadrados para estacionamientos es decir 392,958.01 varas cuadradas = 39.29 manzanas.
- g) Para el año 2022 ; 32,864 plazas demandadas x 25 m² por estacionamiento = 821,600 metros cuadrados para estacionamientos es decir 1,175,832.80 varas cuadradas = 117.58 manzanas = 1.83 de caballería.

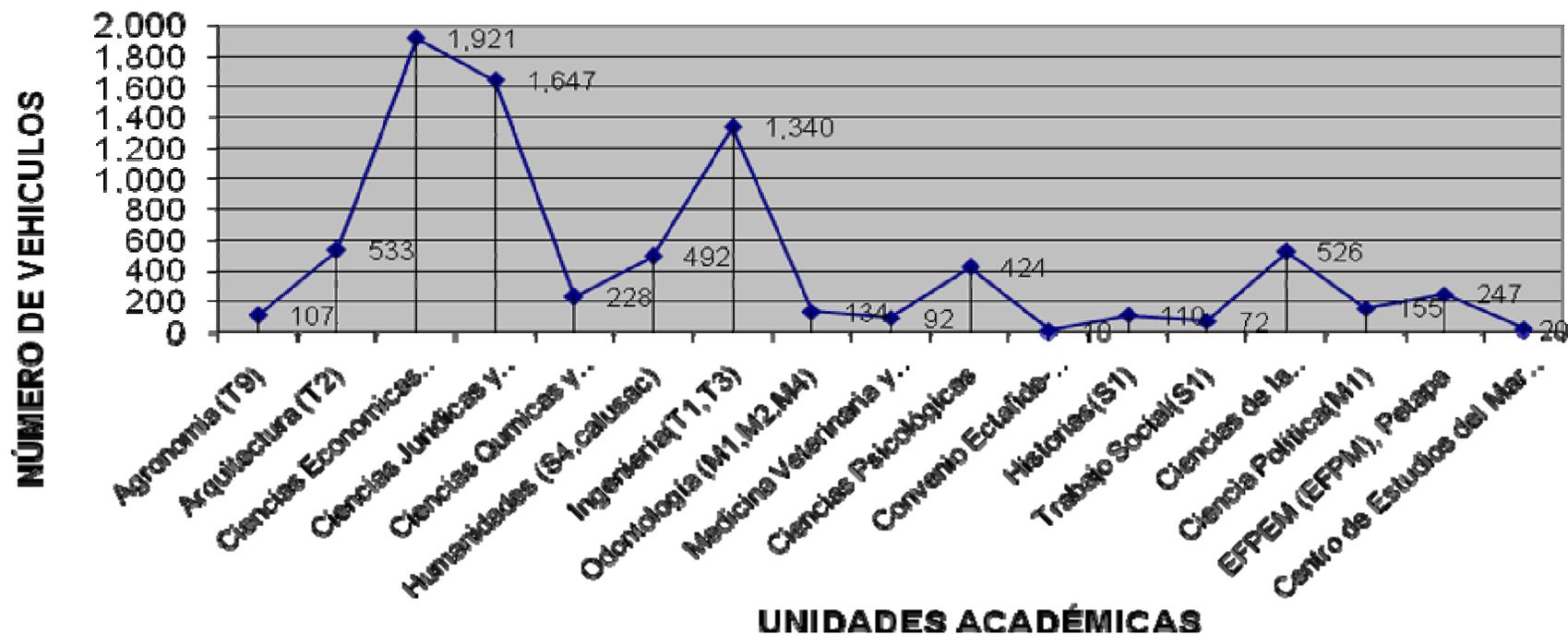
Estas cifras indican que es necesario tomar ciertas acciones, encaminadas a resolver el problemas de los estacionamientos, dadas las áreas requeridas para estacionamientos en la actualidad y el futuro, es necesario que la solución arquitectónica se encamine a solución vía torres de estacionamiento, sótanos o una solución mixta. Según los datos de registro y estadística de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de Guatemala, el total de estudiantes regulares era igual a 78,453 estudiantes, los que demandaban 10,963 plazas de estacionamiento, que para ese momento la oferta total de plazas contando 500 plazas no autorizadas que se estacionan alrededor del Boulevard Universitario, dando un total con 5,000 plazas de estacionamientos teniendo por lo tanto un déficit de 5,963 plazas; es decir 1.19 veces más en la oferta actual.

Haciendo la proyección al año 2022 se tiene contemplada una población de 234,745 estudiantes y una demanda de estacionamientos de 32,864 plazas, es decir 21,881 plazas de más lo que equivale a 7.30 veces más que en la actualidad.



Gráfica 21

ESTACIONAMIENTOS DEMANDADOS POR UNIDAD ACADÉMICA AÑO 2007

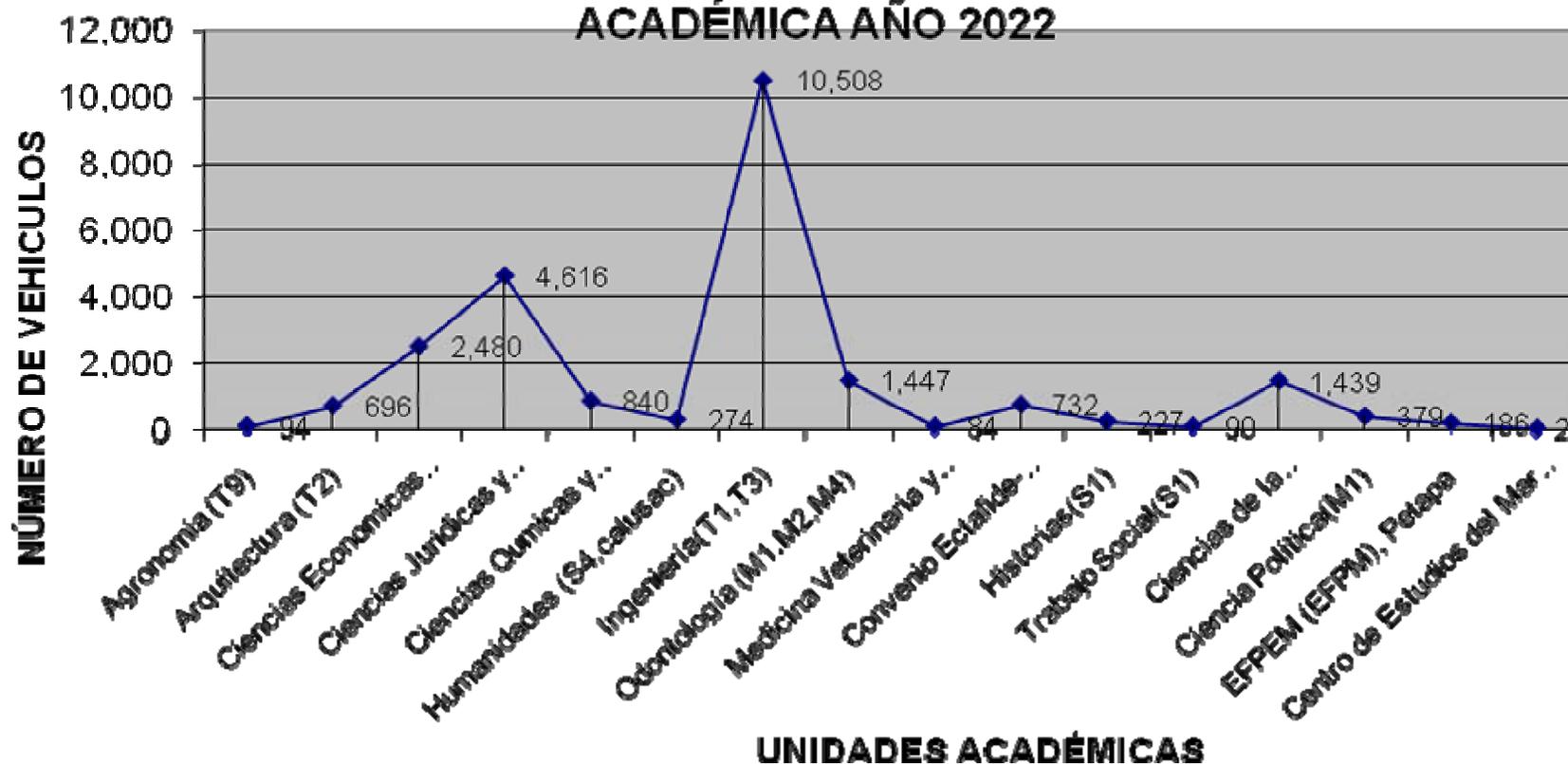


ELABORACIÓN PROPIA



Gráfica 22

ESTACIONAMIENTOS DEMANDADOS POR UNIDAD ACADÉMICA AÑO 2022



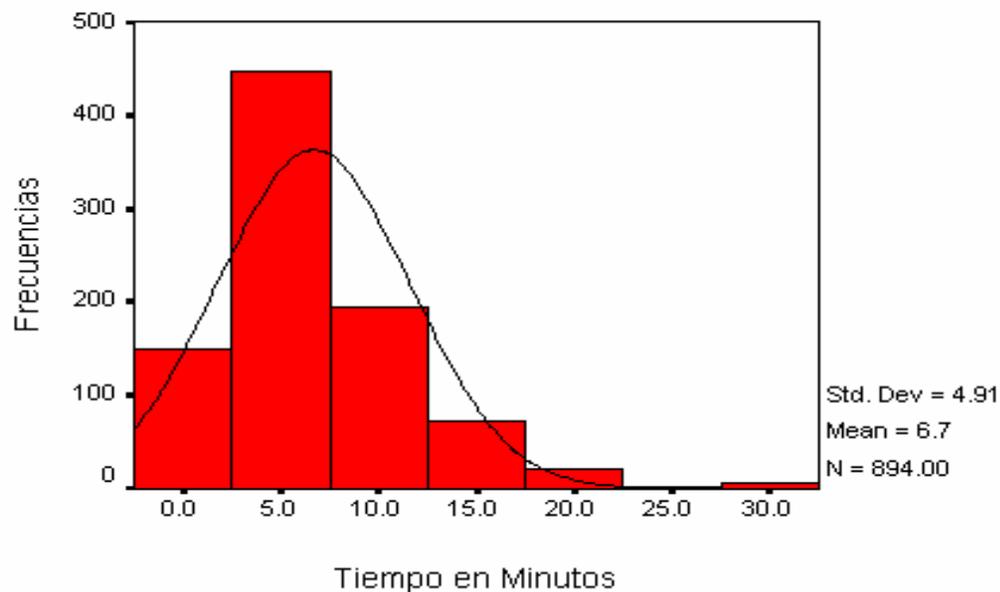
ELABORACIÓN PROPIA

Caracterización de los viajes



Como caracterización de los viajes se comprenderá dentro de este trabajo al tiempo de traslado de las puertas del campus central de la USAC a las unidades académicas o ejecutoras, tiempo utilizado de las unidades académicas o ejecutoras a las puertas del campus central de la USAC, trasbordo fuera del campus.

Tiempo de traslado de las puertas Unidades académicas o ejecutoras



Gráfica 23

ELABORACIÓN PROPIA



CUADRO 20. Tiempo de traslado de las puertas del campus central de la USAC a las unidades académicas o Ejecutoras Unidad Ejecutora USAC-BCIE 2006

Minutos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulados
1	67	7.49	7.5
2	83	9.28	16.8
3	101	11.30	28.1
4	16	1.79	29.9
5	296	33.11	63.0
6	16	1.79	64.8
7	17	1.90	66.7
8	22	2.46	69.1
9	4	0.45	69.6
10	164	18.34	87.9
11	1	0.11	88.0
12	4	0.45	88.5
13	1	0.11	88.6
15	71	7.94	96.5
17	1	0.11	96.6
18	2	0.22	96.9
20	18	2.01	98.9
21	1	0.11	99.0
25	2	0.22	99.2
30	7	0.78	100.0
Total	894	100.0	

Fuente: Encuesta realizada por Consultores Viales, S.A.



Tiempo de traslado de las Puertas del Campus Central de la USAC a las Unidades Académicas o Ejecutoras

De conformidad al Cuadro 23, se puede observar que los (as) usuarios (as) de las unidades académicas usan un tiempo de 6 a 10 minutos (24.9% de entrevistados (as)) de traslado de las Puertas del Campus Central de la USAC a sus unidades académicas, destacándose entre ellas: la Facultad de Ciencias Económicas con el 9.5% de los entrevistados (as), seguidos en orden de importancia por la Facultad de Agronomía y Ciencias Jurídicas y Sociales (ubicados en los edificios S-12), ambas con un 2.7%. Prevalciendo la importancia de los mayores tiempos utilizados a la Facultad de Ciencias Económicas.

**Cuadro 21. Tiempo de traslado de las Puertas del Campus Central de la USAC por Unidades Académicas
Unidad Ejecutora USAC - BCIE 2006**

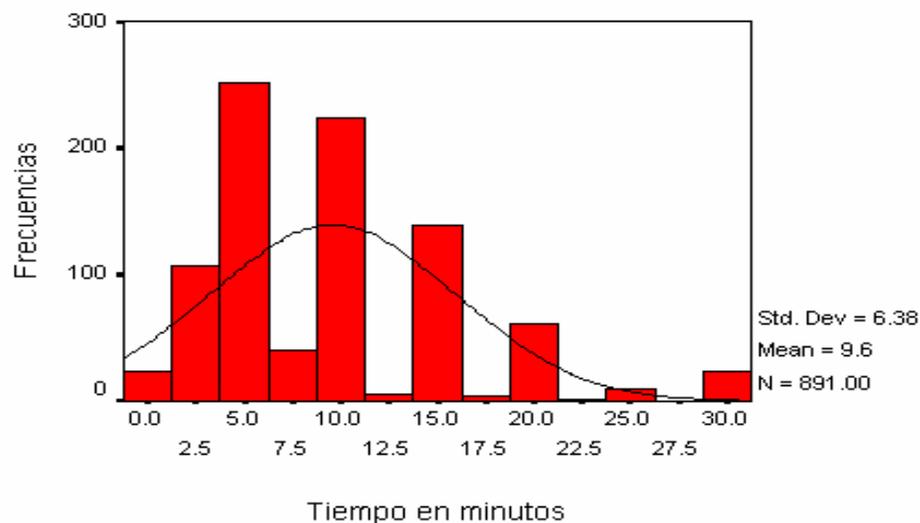
Unidad Académica o Ejecutora	Tiempo en minutos						Total
	0-5	6-10	11-15	16-20	20-25	30	
Rectoría	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Departamento de Auditoría Interna	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Departamento de Registro y Estadística	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
División de Bienestar Estudiantil Universitario	1.5	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	2.1
División de Servicios Generales	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4
Biblioteca Central	0.6	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8
Dirección General de Investigación	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Agronomía	5.3	2.7	1.5	0.0	0.1	0.0	9.5
Arquitectura	8.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1
Ciencias Económicas	11.6	9.5	3.5	1.2	0.1	0.4	26.4
Ciencias Jurídicas y Sociales	4.6	2.7	1.3	0.1	0.0	0.1	8.8
Ciencias Químicas y Farmacia	2.1	0.8	0.3	0.0	0.0	0.1	3.4
Humanidades	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2
Ingeniería	17.7	3.2	0.9	0.4	0.1	0.0	22.4
Odontología	1.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	1.7
Medicina Veterinaria y Zootecnia	4.8	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	6.6
Historia	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Trabajo Social	0.4	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8
Ciencias de la Comunicación	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
Ciencia Política	1.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6
Ciencias Lingüísticas	0.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
EFPEM	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura	0.6	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8
Totales	63.0	24.9	8.6	2.3	0.3	0.8	100.0

Fuente: Encuesta realizada por Consultores Viales, S.A.



El tiempo utilizado de las unidades académicas o ejecutoras a las puertas del campus central de la USAC de 891 encuestados¹ (as), presenta una media de 9.6 minutos, una moda de 5 minutos y una mediana de 10 minutos. Debido a que la media es mayor que la moda la distribución es asimétrica hacia la derecha significando que por lo menos el 42.1% de los (as) entrevistados (as) ocupan un tiempo de 1 a 5 minutos, de 6 a 10 minutos un 30.1%, de 11 a 15 minutos un 16.4%, de 16 a 20 minutos un 7.5% y de 23 a 30 minutos 3.9% de tiempo utilizado en dicho recorridos, su coeficiente de curtosis es 1.1091 lo que indica que es una distribución platikúrtica (véase gráfica 22 y cuadro 22).

De las unidades académicas o ejecutoras
a la puerta de salida USAC



Gráfica 24

ELABORACIÓN PROPIA



**Cuadro 22. Tiempo utilizado de las Unidades Académicas o Ejecutoras a las Puertas Campus Central de la USAC
Programa USAC - BCIE 2006**

Minutos	Frecuencia Relativa	Porcentaje	Porcentaje Acumulados
1	23	2.6	2.6
2	54	6.1	8.6
3	53	5.9	14.6
4	14	1.6	16.2
5	231	25.9	42.1
6	7	0.8	42.9
7	17	1.9	44.8
8	23	2.6	47.4
9	6	0.7	48.0
10	215	24.1	72.2
11	3	0.3	72.5
12	5	0.6	73.1
13	1	0.1	73.2
14	3	0.3	73.5
15	134	15.0	88.6
16	2	0.2	88.8
17	1	0.1	88.9
18	3	0.3	89.2
20	61	6.8	96.1
23	1	0.1	96.2
25	10	1.1	97.3
30	24	2.7	100.0
Total	891	100.0	

Fuente: Encuesta realizada por Consultores Viales, S.A.



Tiempo utilizado a las Puertas Campus Central de la USAC por Unidades Académicas o Ejecutoras

Como puede observarse en el cuadro 25, el tiempo utilizado por los (as) encuestados (as) para trasladarse de las unidades académicas o ejecutoras a las Puertas Campus Central de la USAC tiene más impacto en la Facultad de Ciencias Económicas ya que del 100.0% (26.4%, véase cuadro 25) del total de encuestados (as), el 15.7% utilizan un tiempo de 1 a 5 minutos, el 33.2% de 6 a 10 minutos, el 28.1% utiliza un tiempo entre 11 y 15 minutos, 14.0% de 16 a 20 minutos, 3.8% de 23 a 25 minutos y 5.1% ocupan 30 minutos.

Estas cifras son significativas cuando se analiza la población total de esta Facultad ya que de conformidad con ese comportamiento eso significaría que: 2,766 estudiantes utilizan un tiempo de 1 a 5 minutos, 5831 estudiantes de 6 a 10 minutos, 4934 estudiantes utilizan un tiempo entre 11 y 15 minutos, 2467 estudiantes de 16 a 20 minutos, 673 estudiantes de 23 a 25 minutos y 897 estudiantes ocupan 30 minutos.

Entre las cinco primeras unidades académicas cuyas personas utilizan de 11 a 15 minutos están en orden de importancia: Ciencias Económicas, Ciencias Jurídicas y Sociales, Agronomía, Ingeniería y Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Las personas cuyo destino son las cinco unidades académicas en orden de magnitud que utilizan de 16 a 20 minutos, están: Ciencias Económicas, Ingeniería, Ciencias Jurídicas y Sociales, Agronomía y Arquitectura.

Las personas cuyo destino son las cinco unidades académicas en orden de magnitud que utilizan de 23 a 30 minutos, están: Ciencias Económicas, Ingeniería, Ciencias Jurídicas y Sociales, Medicina Veterinaria y Zootecnia y Arquitectura.

Tiempo de traslado de las Puertas del Campus Central de la USAC a las Unidades Académicas o Ejecutoras

El tiempo de traslado de las Puertas del Campus Central de la USAC a las unidades académicas o ejecutoras de 894 encuestados (as), presenta una media de 6.7 minutos, una moda de 5 minutos y una mediana de 5 minutos. Debido a que la media es mayor que la moda la distribución es asimétrica hacia la derecha significando que por lo menos el 66.7% de los (as) entrevistados (as) ocupan un tiempo igual o menor a 7 minutos en dicho recorrido. Pero aún así, un 21.3% registra tiempo que van de 8 a 10 minutos, de 11 a 15 minutos un 8.6%, de 17 a 20 minutos un 2.3% y de 21 a 30 minutos 1.1% de tiempo utilizado en dicho recorridos, su coeficiente de curtosis es 3.681 lo que indica que es una distribución leptokúrtica (véase gráfica 22 y cuadro 20).



Cuadro 23. Tiempo utilizado para trasladarse a las puertas campus central de la USAC desde las Unidades Académicas o Ejecutoras, Unidad Ejecutora USAC - BCIE 2006

Unidad Académica o Ejecutora	Tiempo en minutos						Total
	0-5	6-10	11-15	16-20	23-25	30	
Rectoría	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Departamento de Auditoría Interna	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Departamento de Registro y Estadística	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
División de Bienestar Estudiantil Universitario	1.5	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	2.1
División de Servicios Generales	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4
Biblioteca Central	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
Dirección General de Investigación	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
Agronomía	3.6	3.1	2.1	0.6	0.0	0.1	9.5
Arquitectura	8.0	0.7	0.1	0.2	0.0	0.1	9.1
Ciencias Económicas	4.2	8.8	7.4	3.7	1.0	1.3	26.4
Ciencias Jurídicas y Sociales	3.0	2.1	2.5	0.8	0.1	0.2	8.8
Ciencias Químicas y Farmacia	1.2	1.3	0.6	0.1	0.0	0.1	3.4
Humanidades	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2
Ingeniería	11.2	7.3	1.9	1.6	0.1	0.2	22.3
Odontología	1.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	1.7
Medicina Veterinaria y Zootecnia	3.4	2.4	0.6	0.1	0.0	0.2	6.6
Historia	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Trabajo Social	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8
Ciencias de la Comunicación	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1
Ciencia Política	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6
Ciencias Lingüísticas	0.6	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0	1.5
EFPEM	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.8
Totales	42.1	30.1	16.4	7.5	1.2	2.7	100.0

Fuente: Encuesta realizada por Consultores Viales, S.A.



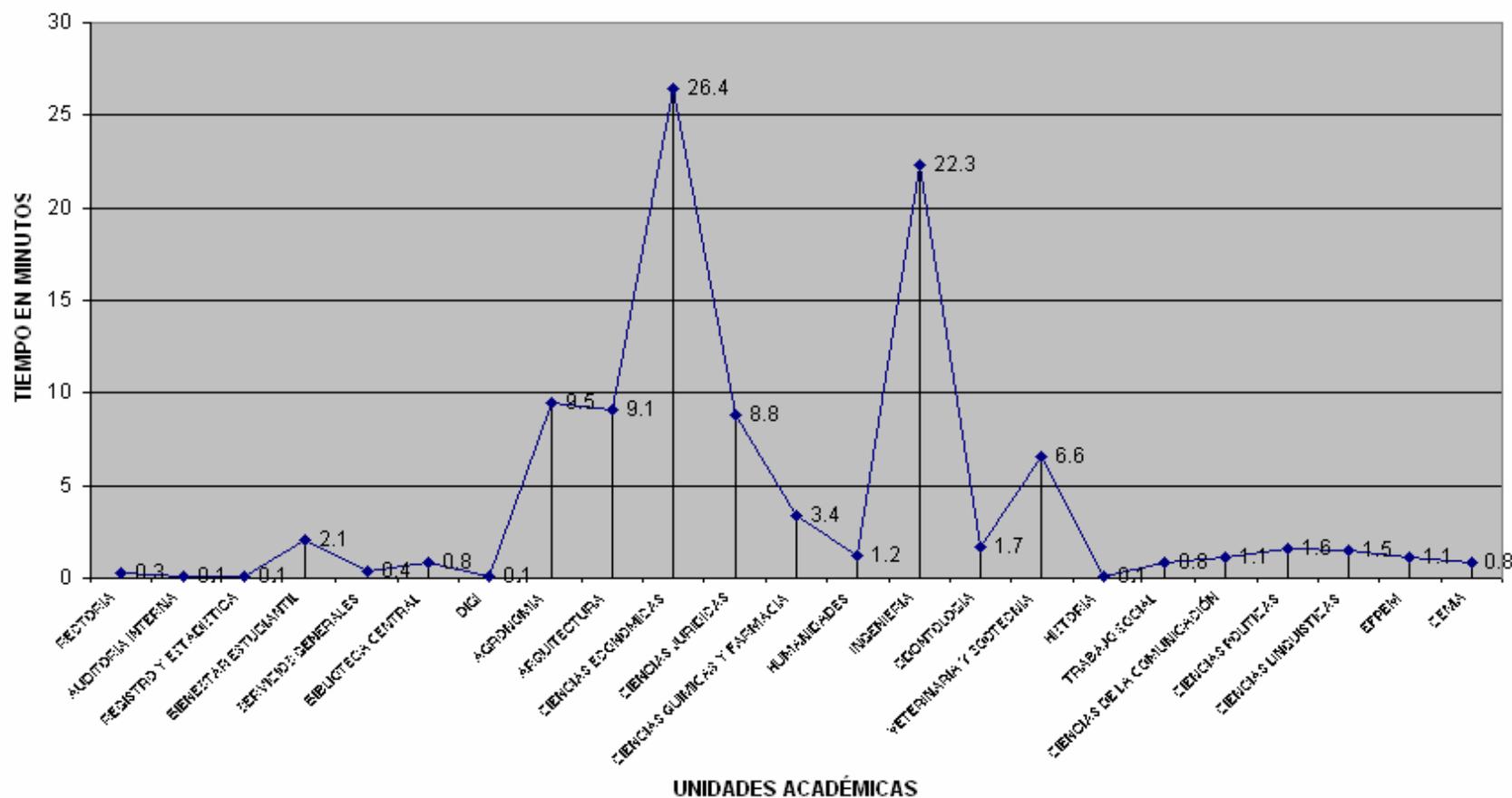
CUADRO 24
ESTACIONAMIENTOS DEMANDADOS POR UNIDAD ACADÉMICA
AÑO 2005

UNIDAD ACADÉMICA	2005		14% VIENE VEHICULO	68% POBLACIÓN HORA PICO	ÍNDICE DE PERSONAS 2.50	VEHÍCULOS AREA ADMYA.	TOTAL DE VEHÍCULOS
	No.	%					
Agromonía (t9)	1045	1%	146	99	40	4	44
Arquitectura (t2)	5190	7%	727	494	198	20	217
Ciencias Economicas (S11,S9,S10,S3,S6,S8este,S7,S8)	18704	25%	2,619	1,781	712	71	783
Ciencias Jurídicas y Sociales (S4,calusac,S7,S8)	16036	22%	2,245	1,527	611	61	672
Ciencias Químicas y Farmacia (t10,t12)	2219	3%	311	211	84	8	93
Humanidades (S4,calusac)	4790	6%	671	456	182	18	201
Ingeniería(t1,t3)	13041	18%	1,826	1,242	497	50	546
Odonatología (M1,M2,M4)	1309	2%	183	125	50	5	55
Medicina Veterinaria y Zootecnia (M6,M7)	900	1%	126	86	34	3	38
Convenio Escarife-Confece, Guatemala	93	0%	13	9	4	0	4
Historias(S1)	1067	1%	149	102	41	4	45
Trabajo Social(S1)	705	1%	99	67	27	3	30
Ciencias de la Comunicación(S4,Calusac,M1)	5124	7%	717	488	195	20	215
Ciencia Política(M1)	1510	2%	211	144	58	6	63
EFPEM (EFPM), Petapa	2405	3%	337	229	92	9	101
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura	192	0%	27	18	7	1	8
	74,330	100%	10,406	7,076	3,666	283	3,114

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



GRÁFICA 25: (en minutos)
TIEMPO UTILIZADO PARA TRASLADARSE A LAS PUERTAS DE LA USAC DESDE LAS UNIDADES ACADÉMICAS





CUADRO 25
ESTACIONAMIENTOS DEMANDADOS POR UNIDAD ACADÉMICA
AÑO 2005

UNIDAD ACADÉMICA	2005		25.3% tiene VEHICULO	68% POBLACION HORA PICO	Índice de PERSONAS 2.03	VEHICULOS AREA ADMYA.	TOTAL de VEHICULOS
	No.	%					
Агрономía (t9)	1045	1%	264	180	89	9	97
Архитектура (t2)	5190	7%	1,313	893	440	44	484
Ciencias Económicas (S11,S9,S10.S3,S6.S8este,S7,S8)	18704	24%	4,732	3,218	1,585	159	1,744
Ciencias Jurídicas y Sociales (S4,cajusac,S7,S8)	16036	20%	4,057	2,759	1,359	136	1,495
Ciencias Químicas y Farmacia (t10,t12)	2219	3%	561	382	188	19	207
Humanidades (S4,cajusac)	4790	6%	1,212	824	406	41	447
Ingeniería(t1,t3)	13041	17%	3,299	2,244	1,105	111	1,216
Odontología (M1,M2,M4)	1309	2%	331	225	111	11	122
Medicina Veterinaria y Zootecnia (M6,M7)	900	1%	228	155	76	8	84
Ciencias Psicológicas	4123	5%	1,043	709	349	35	384
Convenio Ecstafide-Confede, Guatemala	93	0%	24	16	8	1	9
Historias(S1)	1067	1%	270	184	90	9	99
Trabajo Social(S1)	705	1%	178	121	60	6	66
Ciencias de la Comunicación(S4 ,Cajusac ,M1)	5124	7%	1,296	882	434	43	478
Ciencia Política(M1)	1510	2%	382	260	128	13	141
EFPM (EFPM), Petapa	2405	3%	608	414	204	20	224
Centro de Estudios del Mar y Asistencia	192	0%	49	33	16	2	18
	78,453	100%	19,849	13,497	6,993	665	7,314

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



CUADRO 26

**ESTACIONAMIENTOS DEMANDADOS POR UNIDAD ACADÉMICA
AÑO 2022**

UNIDAD ACADÉMICA	2022		14% viene	68% POBLACION	Índice	VEHÍCULOS	TOTAL
	No.	%	VEHICULO	HORA	De	AREA	De
				PICO	PERSONAS 2.03	ADJVA.	VEHÍCULOS
Agronomía (t9)	913	0%	128	87	43	4	47
Arquitectura (t2)	6,776	3%	949	645	318	32	350
Ciencias Económicas (S11,S9,S10.S3,S6.S8este,S7,S8)	24,142	10%	3,380	2,298	1,132	113	1,245
Ciencias Jurídicas y Sociales (S4 ,Calusac ,S7,S8)	44,938	19%	6,291	4,278	2,107	211	2,318
Ciencias Químicas y Farmacia (t10,t12)	8,180	3%	1,145	779	384	38	422
Humanidades (S4,Calusac)	2,670	1%	374	254	125	13	138
Ingeniería(t1,t3)	102,301	44%	14,322	9,739	4,798	480	5,277
Odonatología (M1,M2,M4)	14,087	6%	1,972	1,341	661	66	727
Medicina Veterinaria y Zootecnia (M6,M7)	816	0%	114	78	38	4	42
Convenio Escafide-Confedo, Guatemala	7,125	3%	997	678	334	33	368
Historias(S1)	2,206	1%	309	210	103	10	114
Trabajo Social(S1)	875	0%	122	83	41	4	45
Ciencias de la Comunicación(S4,Calusac M1)	14,011	6%	1,961	1,334	657	66	723
Ciencia Política(M1)	3,686	2%	516	351	173	17	190
EFPEM (EFPM), Petapa	1,814	1%	254	173	85	9	94
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura	205	0%	29	20	10	1	11
	234,745	100%	32,864	22,348	11,579	12,737	12,110

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



CAPÍTULO III

LOS ESTACIONAMIENTOS COMO EXTERNALIDAD

Los costos de no encontrar un estacionamiento al momento de requerirlo y los constantes congestionamientos en la Universidad de San Carlos de Guatemala, debido al hacinamiento de estudiantes, redundan en pérdida de tiempo de los usuarios, así como en un estrés. Estos impactos son más significativos durante las horas pico, cuando los volúmenes de tránsito se acercan a la capacidad máxima de ocupación de los estacionamientos de la Universidad.

Frecuentemente los estudiantes pierden tiempo debido a la situación que representa contar con estacionamientos suficientes al momento de demandarlos, pérdidas desde el punto de vista social, (al no encontrar estacionamientos en su unidad académica, tienen que desplazarse a otros lugares, generando un tiempo adicional de traslado), mismo que podría ser invertido en actividades que repercutan positivamente en su formación profesional.

Yale la pena distinguir entre el costo privado y el costo social de un estacionamiento. El costo privado es el costo en el cual el conductor incurre de manera directa, por ejemplo, lo que paga por el servicio de estacionamiento. El costo social es lo que representa para la sociedad, el hecho de estacionar lo cual incluye: el costo del servicio privado de estacionamiento más el costo de oportunidad del tiempo de los ocupantes del vehículo, invertido en la búsqueda del estacionamiento, más el combustible adicional utilizado durante la búsqueda del estacionamiento, así como la contaminación adicional durante dicha acción, entre otros.

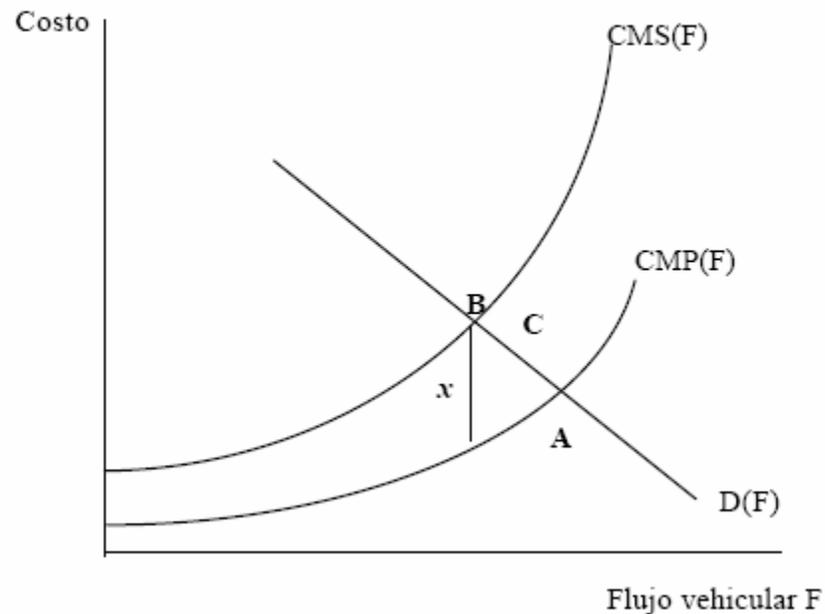
El concepto de externalidad surge cuando el costo privado es diferente al costo social, lo cual puede ser útil para el análisis de los estacionamientos en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Este concepto constituye una herramienta útil para analizar la falta de estacionamientos, en un contexto más general.

Las externalidades negativas de la falta de los estacionamientos

Se tiene entonces, que el costo de la externalidad es la distancia vertical entre la curva de costo social y la de costo privado. La demanda por el uso de una vialidad, es generalmente la función negativa del costo privado. El equilibrio será en un punto, donde la curva de demanda intercepta la curva de costo privado. A ese nivel de flujo vehicular, el beneficio de un viaje extra iguala su costo privado.



La eficiencia alcanzará su máximo en un punto, donde el beneficio de un viaje iguala el costo social con el costo privado. El equilibrio se encuentra, cuando el precio del viaje es subvaluado porque los conductores no pagan por el congestionamiento que causan. Consecuentemente, demasiados viajes son hechos, la solución es simplemente cobrar un peaje, conocido como impuesto, que es igual al costo externo en un punto óptimo x , medido por la distancia vertical, entre la curva del costo social y la del costo privado. Así, las decisiones que tomen los particulares llegarán al óptimo social.



Gráfica 26: Costo por flujo vehicular

En el contexto de tránsito, el costo del congestionamiento de un viaje, es el incremento en el costo total para todos los viajeros, causado por el agregar un vehículo más; haciendo que los viajeros internalicen este costo social, la sociedad iguala el precio del viaje a su costo marginal.



La pérdida de eficiencia asociada con este uso excesivo del recurso se muestra, para cada volumen de tránsito que, el costo social de un viaje más disminuye los beneficios. La ventaja marginal de asignar una valoración económica menor a sus viajes, lo constituye el hecho de cambiar sus hábitos de traslado, renunciando a su viaje en automóvil, decidido como una forma de lograr la reducción en el tránsito, se está con el menor beneficio. Un cargo, la congestión asegura que sólo aquellos conductores con una valoración de su viaje igual al cargo continuarán viajando en su automóvil.

Todas las vías de acceso, como la del Periférico y la Petapa hacia el Boulevard Universitario, son muy utilizadas, generando la característica de rivalidad entre ellas y son llamados bienes públicos congestionados. Con el libre acceso a las vías, los estudiantes y otros usuarios no son excluidos del uso de un recurso escaso, resultado de la sobreexplotación del recurso.

El precio resultante no refleja el verdadero costo económico del uso de vialidades. Así que esta falla del mercado debida a la no exclusión requiere la intervención de las autoridades, para corregir la externalidad, estableciendo precios que limiten las señales correctas en los incentivos apropiados.

Mientras más y más vehículos se unan al flujo vehicular en el campus universitario, el tiempo de viaje de todos los viajeros aumenta dando como resultado, un retraso para todos. En esencia, el fenómeno de los congestionamientos en el campus universitario, es un fenómeno surgido del exceso de demanda, sobre la infraestructura física que no presenta posibilidades de elasticidad.

La razón fundamental por la que los congestionamientos ocurren, primeramente por la saturación tanto de la población estudiantil, como del personal administrativo y docente que origina congestionamientos a las horas pico. El anillo periférico universitario, al no ser propiedad privada, el acceso al mismo es libre para todos los viajeros, lo que da como resultado un uso excesivo donde el tránsito es lo suficientemente pesado, produciendo los congestionamientos tan sufridos por la población universitaria.

Tenemos además que, el congestionamiento que al no tratarse con medidas económicas políticamente viables, que al momento de implementarse permitan una readecuación de recursos hacia la búsqueda del óptimo social.

Sin embargo, aún cuando algunos costos son internalizados, esto no significa que los costos de los congestionamientos sean cargados apropiadamente. En realidad, el hecho de que los congestionamientos son un problema, sugiere que aún no es lo suficientemente caro usar las vías universitarias. El impuesto a la gasolina incrementa el costo general de conducir un vehículo y podríamos esperar que redujera el uso de vialidades en alguna cantidad, el problema es que no abordar el problema de la congestión porque se enfrenta sin tomar en cuenta, si el conductor



HACE USO DE LA VIALIDAD, POR SER LA ÚNICA OPCIÓN Y QUE GENERALMENTE SE ENCUENTRA CONGESTIONADA, PRINCIPALMENTE EN LAS HORAS PICO. TENEMOS QUE RECORDAR QUE LA CONGESTIÓN ES UN PROBLEMA BIEN IDENTIFICADO EN LA VIALIDAD DEL CAMPUS UNIVERSITARIO.

POR ELLO, A PESAR DE LOS IMPUESTOS YA CARGADOS, EL COSTO EXTERNO NO ES TOMADO EN CUENTA POR EL ÚLTIMO CONDUCTOR QUE SE SUMA AL TRÁNSITO, Y QUE ES EL QUE PROVOCA LA CONGESTIÓN. SEGUNDO DE HECHO, COMO CADA CONDUCTOR ESCOGE SI REALIZA VIAJES O NO, EN BASE A LA CURVA DE COSTO MARGINAL PRIVADO (SIENDO ESTA LA CURVA DE DECISIONES), ÉSTE IGNORA TOTALMENTE EL COSTO DE CONGESTIONAMIENTOS EXTERNO QUE SE IMPONEN SOBRE LOS DEMÁS.

EL VALOR ECONÓMICO DEL TIEMPO

EN TIEMPO ES UNO DE LOS COSTOS MÁS ALTOS, QUE DEBEN DE SER CONTABILIZADOS SOCIALMENTE CUANDO SE PIERDE O CUANDO SE GANA. CUANDO SE DEMANDA UN ESTACIONAMIENTO, Y ESTÁ DISPONIBLE, EXISTEN AHORROS DE TIEMPO, QUE SON USUALMENTE LOS BENEFICIOS POTENCIALES MÁS IMPORTANTES DE CONTAR CON UN ESTACIONAMIENTO CUANDO SE REQUIERE.

LOS COSTOS DEL TIEMPO DE TRASLADO DE LOS ESTACIONAMIENTOS A LAS UNIDADES ACADÉMICAS, VARIAN MUCHO DEPENDIENDO DE FACTORES COMO: SI EXISTE O NO ESTACIONAMIENTO AL DEMANDARLO EN LAS UNIDADES ACADÉMICAS, LAS DISTANCIAS DE ESTOS A LOS EDIFICIOS Y, A LAS CONDICIONES EN LAS QUE SE LLEVARÁ A CABO.

HAY ESTUDIANTES QUE SE ESTACIONAN EN EL PARQUEO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y TIENEN COMO DESTINO EL EDIFICIO S-11, QUE RECORRIENDO A PIE DICHO TRAYECTO LOS ESTUDIANTES, REPRESENTA MENOS TIEMPO DE VIAJE PRINCIPALMENTE EN LA HORA PICO DE SALIDA, YA QUE LA SALIDA DEL S-11 ENTRE LAS 19:00 Y 21:00 HORAS, REQUIERE 45 MINUTOS APROXIMADAMENTE A CUALQUIERA DE LOS DOS ACCESOS AL CAMPUS UNIVERSITARIO. EN TANTO DEL PARQUEO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA, ÚNICAMENTE 15 MINUTOS ENTRE LA CAMINATA DEL S-11 Y LA SALIDA AL PERIFÉRICO, LO CUAL REPRESENTA UN AHORRO DE 30 MINUTOS DIARIOS. SUMADOS TODOS LOS TIEMPOS PERDIDOS POR LOS ESTUDIANTES, REPRESENTA UNA PÉRDIDA SOCIAL DEL ORDEN DE Q. 156. 929,962.10 POR AÑO, QUE EQUIVALEN A 96.60 AÑOS ACUMULADOS POR HOMBRE ANUALMENTE, LO QUE EQUIVALE AL 16.71% DEL PRESUPUESTO ANUAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. PARA EL CÁLCULO DEL VALOR MONETARIO, SE PARTIÓ DEL VALOR DEL SALARIO MÍNIMO. ANUALMENTE TAMBIÉN SE PIERDEN Q. 20. 043,498.00 ; POR EL CONGESTIONAMIENTO. (VER CÁLCULOS AMPLIADOS EN LAS PÁGINA 98 A 100). LA SUMATORIA DE AMBOS VALORES DA LA CANTIDAD DE Q. 176. 973,460.10 QUE REPRESENTA EL 18.85% DEL PRESUPUESTO ORDINARIO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

EN LO QUE NO SE REPARA, ES QUE ESTOS TIEMPOS DE VIAJE TIENE EN COSTOS NULOS O INCLUSO NEGATIVOS (QUE LOS ESTUDIANTES TIENEN QUE ASUMIR), TODOS ESTOS DESPLAZAMIENTOS REPRESENTAN COSTO. LOS COSTOS POR MINUTO TIENDEN A SER MÁS ALTOS CUANDO SE DEMANDA UN ESTACIONAMIENTO Y NO SE ENCUENTRA, Y POR ELLO SE TIENEN QUE DESPLAZAR A OTROS LUGARES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA, INVIRTIENDO MUCHO MÁS TIEMPO PARA DESPLAZARSE A SU UNIDAD ACADÉMICA.



Tenemos entonces que el valor del tiempo varía dependiendo del escenario, las distancias, la congestión, etc. en general, el valor del tiempo dependerán de la calidad de la experiencia asociada a este.

La causa principal por la cual se ha tratado de asignar un valor económico del tiempo, es el de la existencia del costo de oportunidad del mismo, invertido en alguna actividad alternativa. Las personas dedican tiempo ya sea a una actividad productiva, trabajo, estudios, o para disfrutar de una mayor cantidad de tiempo libre (ocio).

Si el uso alternativo del tiempo fuera en un empleo, entonces costo de oportunidad es el salario. Para el caso de estudiantes, el costo de oportunidad es el conocimiento. En este contexto, el costo de oportunidad del tiempo de viaje sería el valor de los usos alternativo del tiempo de ocio por el individuo. Por esa razón, el costo de oportunidad de tiempo de viaje puede diferir del salario o del conocimiento. No obstante, para la evaluación social se asume el menor costo de oportunidad, basados en que sin duda, ese cobraría de tener libertad de tiempo.

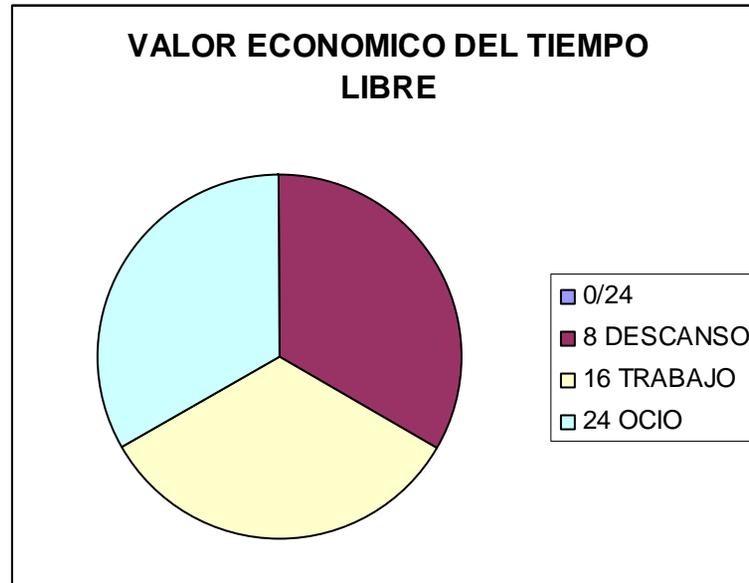
Valor económico de tiempo de estudio

Cuando se tratara del tiempo de estudio, tradicionalmente se ha utilizado el nivel de conocimiento para valorarlo. Sin embargo, este procedimiento ha sido objeto de varias críticas debido a que:

- a. muchas veces el tiempo invertido en estudio, no refleja el nivel de conocimiento de los estudiantes.
- b. existe un problema de indivisibilidad. En muchas ocasiones los ahorros de tiempo muy pequeños, no permiten desarrollar una actividad de estudio completo. Existiendo invisibilidades que impiden la utilización productiva del tiempo libre.
- c. no se toma en cuenta la posible utilización productiva del tiempo de viaje. No obstante, permite mejores resultados en el uso del tiempo libre.

Valor económico del tiempo libre

Lo que tiende hacerse para valorar el tiempo libre, es analizar la conducta de la persona cuando esta tiene que elegir entre tiempo y dinero, para de ahí derivar la valoración implícita del tiempo. Por ejemplo, al demandar un estacionamiento en su unidad académica, al no encontrarlo por la sobre demanda existente, el estudiante tiene que buscarlo en otro lugar, lo que provoca varias situaciones: primeramente la elección de la ruta que lo lleve a su unidad académica, la velocidad a la que viaja, estas alternativas tienen en común el hecho de que permiten optar por aumentar el tiempo de ocio, reduciendo el de viaje, pero con un costo; y esto es precisamente lo que permite traducir el valor del tiempo en dinero.



ELABORACIÓN PROPIA

Gráfica 27

Por otro lado, existen dos formas de observar la conducta de los individuos cuando eligen entre alternativas. La primera se denomina preferencia revelada, mediante la cual se analizan las decisiones reales que toman los individuos, es decir, se estudian, por ejemplo, las elecciones del medio de transporte que los lleve a la Universidad, para capturar los intercambios entre tiempo y dinero que realizan los estudiantes.

La segunda forma se denomina preferencia declarada, mediante la cual se le presentan a los estudiantes situaciones hipotéticas que involucran intercambios entre dinero y tiempo para, a partir de ellas, inferir una disposición dispuesta por un ahorro en el tiempo de viaje, de modo que puedan asignar a ese tiempo otras actividades, aún a costa de un precio más alto.

En el caso de la preferencia revelada, al observar las elecciones hechas entre alternativas con atributos específicos, es posible estimar el valor de los diferentes atributos, incluyendo el tiempo. Por ejemplo, si a un estudiante se le presentan dos alternativas para ir a la Universidad, la del automóvil que es más rápido, pero más caro, o en autobús que es más lento pero más barato. Siendo los tiempos y los costos T_a (automóvil) y C_a (costo de traslado en automóvil), y T_b (autobús) y C_b (costo de traslado en autobús), respectivamente.



Entonces la diferencia de tiempo costo son $(t_a - t_b)$ y $(C_a - C_b)$, respectivamente. Bajo estas circunstancias, el valor relevante del tiempo es:

$(t_a - t_b) / (C_a - C_b)$, lo que prácticamente significa que un estudiante un valor del tiempo igual a: $(C_a - C_b) / (t_a - t_b)$ será indiferente entre viajar en automóvil o autobús. Pero un estudiante un valor del tiempo más alto que $(C_a - C_b) / (t_a - t_b)$, elegir a viajar en automóvil. De hecho esta es la fórmula más realista para examinar los valores de tiempo dado que revela la elección del mundo real.

Sin embargo, la preferencia revelada es imperfecta en los casos en que nuevos proyectos o formas de transporte estén bajo consideración, por lo que se hace necesario el uso de escenarios hipotéticos para poder obtener una disposición a pagar por ciertos ahorros de tiempo de viaje, evitar la delincuencia común contra el costo de viajar en automóvil.

Dado que los ahorros de tiempo libre están expresados por la disposición a pagar por ciertos ahorros en el tiempo de viaje, con el fin de poder transferir ese tiempo en el caso que nos ocupa no hay ocio, sino a tiempo de estudio, su valor depende de las características sociales, económicas y de otra índole de los estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los siguientes atributos personales pueden contribuir a explicarse las mayores variaciones en la valoración de los ahorros de tiempo libre, el ingreso familiar, la composición de hogar, el tipo de estudiante, el propósito de viaje, la elección del medio de transporte entre otros.

Explicación:

t_a menor que t_b

C_a mayor que C_b ; de donde $t_a - t_b =$ negativa y $C_a - C_b =$ positivo, siempre el resultado será negativo.

$\text{Minutos}/Q. = 45 \text{ minutos}/Q. 25.00 = (60 \text{ minutos} - 15 \text{ minutos})/(30-5) = t_b - t_a / C_a - C_b = 0/0 =$ indiferencia.

$Q./\text{Minutos} = Q. 25.00 / 45 \text{ minutos} = (30-5) / (60 \text{ minutos} - 15 \text{ minutos}) / = / C_a - C_b / t_b - t_a = 0/0 =$ indiferencia.

-x = Autobús.

+x = automóvil.

El modelo explicado con anterioridad, debería desarrollarse para calcular la pérdida de tiempo que ocasiona, el requerir un estacionamiento y no encontrar al momento de demandarlo, ocasionando pérdidas de tiempo, mismo que de invertirlo en estudio, teóricamente tendría que subir el nivel académico de los estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



CONTROL DE TRÁNSITO EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO

EL CONTROL DE TRÁNSITO, SE DEFINE COMO UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL TRÁNSITO O TRÁNSITO RODADO, QUE APLICANDO LAS NORMAS, REGLAMENTOS Y MÉTODOS DEL TRÁNSITO, TALES COMO SEÑALES, SIGNOS Y MARCAS, TIENDE A REDUCIR LA CONGESTIÓN DE VEHÍCULOS Y LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. SIRVE PARA FAVORECER LA SEGURIDAD Y LA MOVILIDAD DE LOS PEATONES, DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Técnica de control

EL PRIMER OBJETIVO DEL CONTROL DEL TRÁNSITO VEHICULAR, ES LA SEGURIDAD Y EL MOVIMIENTO FLUIDO DE AUTOMÓVILES Y AUTOBUSES EN EL ANILLO PERIFÉRICO UNIVERSITARIO. LA FORMA DE CONSEGUIRLO YA DESDE LA SIMPLE MEJORA DE LAS CALLES MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE SEÑALES DEL TRÁNSITO Y MARCAS EN LA CARPETA DE RODADURA, HASTA LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL VIAL, TRABAJANDO PRINCIPALMENTE EN LOS PUNTOS CONFLICTIVOS DONDE SE DAN CRUCES DE CIRCULACIÓN.

LA SEÑALES DE TRÁNSITO SON LAS MISMAS EN TODO EL MUNDO Y ESTÁN CONCEBIDAS PARA TRANSMITIR INFORMACIÓN CON UN MÍNIMO DE PALABRAS A FIN DE NO CONFUNDIR A LOS CONDUCTORES QUE NO CONOZCAN EL LUGAR.

LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, DEBERÍA SER REGULADO POR:

- 1. Planes generales que se asuman los objetivos y limitaciones del desarrollo urbano de la Universidad San Carlos de Guatemala.**
- 2. Controles de división en zonas que especifiquen los requisitos, densidades y utilización del suelo dentro el campus universitario.**
- 3. Planes para la circulación del transporte público.**
- 4. Estrategia para la revitalización económica de las áreas comerciales, dentro el campus.**
- 5. Directrices para la protección medioambiental y la conservación de los recursos.**

A FINALES DE LA DÉCADA DE 1960, LA ORIENTACIÓN DEL URBANISMO FUE MÁS ALLÁ DEL ASPECTO FÍSICO. EN SU FORMA MODERNA, EL URBANISMO ES UN PROCESO CONTINUO QUE AFECTA NO SÓLO DISEÑO SINO QUE CUBRE TAMBIÉN TEMAS DE REGLAMENTACIÓN SOCIAL, ECONÓMICA Y POLÍTICA. COMO TEJIDO DE ORGANIZACIÓN HUMANA, LA CIUDAD UNIVERSITARIA CONSTITUYE UN COMPLEJO ENTRAMADO. POR UNA PARTE, EXIGE LA EXPOSICIÓN DEL QUÉXACER UNIVERSITARIO, SEGÚN CRITERIOS ESTÉTICOS Y FUNCIONALES, PROPORCIONANDO LOS SERVICIOS BÁSICOS QUE SE NECESITEN PARA SU BUEN FUNCIONAMIENTO.



Desde esta perspectiva el urbanismo requiere algo más que un minucioso especialista que sea capaz de desarrollar y aplicar un plano físico en la Ciudad Universitaria. Se necesitan también capacidades de actividades más generales:

1. La recolección y análisis de datos sobre la Ciudad Universitaria y su población tanto estudiantil como administrativa y docente.
2. El estudio de las densidades de servicios para la población universitaria.
3. El desarrollo, evaluación, coordinación de administración de programas y horarios en que circulan estos servicios.
4. Programas de desarrollo universitario.
5. La eficiente participación de la población estudiantil, administrativa y académica, para influenciar y apoyar los programas de desarrollo universitario.

Desarrollo de un plan maestro

El desarrollo del documento básico de urbanismo universitario, que sería un plan maestro, adoptado y mantenido con revisiones periódicas. En su expresión cotidiana, el plan debe traducirse en una serie de documentos legales, controles de urbanismo, regulaciones de las distintas divisiones y subdivisiones, así como el código de construcción a seguir.

El plan maestro, responde a numerosos objetivos: aúna los análisis de las características sociales, económicas y físicas (como la distribución de población estudiantil, o identificación de áreas comerciales, espacios abiertos, o áreas verdes, instalaciones públicas), la idea del plan maestro es establecer los objetivos del desarrollo de la comunidad universitaria; coordinar el desarrollo del terreno con el transporte, el suministro de servicios básicos, sugiriendo las formas de lograr estos objetivos coordinados en el transcurso del tiempo.

El plan maestro junto con la Coordinadora General de Planificación, debe ser capaz de relacionar el impacto de los ingresos y los gastos en la Universidad San Carlos de Guatemala, proponiendo las reglamentaciones, políticas y programas para aplicarlo. El plan maestro debe constituir la guía para realizar las decisiones diarias en materia de desarrollo en función de sus consecuencias a corto mediano y largo plazo.

Controles de desarrollo

El desarrollo de la reglamentación urbanística universitaria, o una ordenanza de división en zonas delimitan como puede utilizarse el terreno, así como el tamaño, y cuyo número de estructuras que puede ser construida en él. Dentro el campus universitario, se permiten por derecho ciertos usos del terreno y se especifican las restricciones generales en lo relativo a la altura, tamaño y uso de la construcción.

Las reglamentaciones, llevan a cabo las asignaciones del terreno recomendadas en el plan maestro. En el mismo deben ser incluidas las condiciones especiales, como puede ser los estacionamientos fuera de la vía pública (en todo alrededor del Boulevard Universitario), otras



REGLAMENTACIONES PROPORCIONARÁN CRITERIOS GENERALES DE CONSIDERABLE FLEXIBILIDAD EN LO REFERENTE A LA MEZCLA DE USO DE LOS EDIFICIOS O AL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN, AUNQUE PARA SER APROBADAS CITAN EL ESTUDIO MÁS EXHAUSTIVO.

TODAS LAS ORDENANZAS DEBEN ESTABLECER LOS PARÁMETROS DEL DESARROLLO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO, POR MEDIO DE LA REGULACIÓN DE FACTORES COMO LA ANCHURA DE CALLES, LOS REQUISITOS DE ALCANTARILLADO, LA CIRCULACIÓN VIAL Y LAS DIMENSIONES DE LOS PREDIOS.

EL EXAMEN DEL PLAN MAESTRO PERMITE UN DESARROLLO ORDENADO, PROTEGIENDO TANTO A LOS ESTUDIANTES YA EXISTENTES COMO A LOS FUTUROS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS, CONTRA LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS EDIFICIOS, CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDADES COMERCIALES CON UN NIVEL DE CALIDAD Y SATISFACCIÓN, ASEGURANDO QUE LA MAYOR PARTE DE LOS GASTOS PRODUCIDOS POR LA CONVERSIÓN DEL TERRENO SEAN CUBIERTOS POR QUIENES SE BENEFICIAN DE ESTE DESARROLLO, O LO QUE ES LO MISMO, POR EL PROMOTOR Y LOS FUTUROS DEMANDANTES.

Política social, económica y medioambiental

AUNQUE LA APARIENCIA FÍSICA Y EL FUNCIONAMIENTO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA CONSTITUYEN EL OBJETO TRADICIONAL DEL PLAN MAESTRO, LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL Y LOS RECURSOS ECONÓMICOS DEL CAMPUS, SON TAMBIÉN ELEMENTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR. ES POR ESTO QUE EL URBANISMO CONTEMPORÁNEO, ADEMÁS DE SEGUIR DESARROLLANDO EL DISEÑO FÍSICO, DE LA MISMA FORMA LAS MUCHAS DECISIONES SOCIOECONÓMICAS DE LARGO ALCANCE QUE DEBEN DE TOMARSE.

LA CIUDAD UNIVERSITARIA PRESENTA NECESIDADES DE DISTINTA ÍNDOLE Y CUENTA CON UN DETERMINADO CAPITAL ECONÓMICO, PARA SUPLIRLOS. EL GOBIERNO LOCAL ACTÚA COMO UN AGENTE COMPRADOR PARA MUCHOS DE LOS SERVICIOS QUE LOS RESIDENTES Y LOS NEGOCIOS NECESITAN: AULAS PARA EDUCACIÓN, SUMINISTRO DE SERVICIOS BÁSICOS, PROTECCIÓN, ENTRETENIMIENTO, ENTRE OTROS. LA CALIDAD, CARÁCTER Y EFICIENCIA DE ESTOS SERVICIOS REQUIEREN DE LA PLANIFICACIÓN SE AJUSTE A LAS NECESIDADES Y LOS DESEOS CON EL CAMBIO TECNOLÓGICO ASÍ COMO CON LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO FÍSICO UNIVERSITARIO.

EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DEBE TAMBIÉN ESTAR ENGLOBALADO DENTRO DEL ÁMBITO DEL URBANISMO. LOS PLANES DE DESARROLLO ECONÓMICO SE VALEN DE LA MEZCLA DE INCENTIVOS, ASISTENCIA TÉCNICA Y PUBLICITARIA PARA CREAR BIENESTAR DENTRO EL SECTOR ESTUDIANTIL. EN UN ENTORNO TECNOLÓGICO DE RÁPIDA EVOLUCIÓN, CON FRECUENTES CAMBIOS GLOBALES EN LAS RELACIONES LABORALES, TANTO LOS ESTUDIANTES COMO LOS TRABAJADORES CUALIFICADOS, NECESITAN NUEVAS CAPACIDADES Y EL PERSONAL NO CALIFICADO, NECESITA ALGÚN TIPO DE PREPARACIÓN.

LA FORMACIÓN PROFESIONAL Y LA CAPACITACIÓN ACADÉMICA DOCENTE, CONSTITUYE UNA PARTE NECESARIA DENTRO DE LA ESTRATEGIA DEL DESARROLLO, LA PROGRAMACIÓN DE LAS INVERSIONES, ES EL INSTRUMENTO PRESUPUESTARIO QUE UTILIZAN LOS URBANISTAS PARA FIJAR LA CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO DE LAS OBRAS.



Proyectos como la mejora de la red vial, la iluminación de las calles, los estacionamientos, áreas verdes, áreas recreativas, deben ser estudiadas y clasificadas en función de sus prioridades. Un programa anual debería establecer las prioridades para los años subsiguientes, entre los proyectos necesarios para poner en práctica el plan maestro y reemplazar la infraestructura obsoleta esto constituye todo un reto, dado el rápido crecimiento de la población estudiantil que para el año 2022 se estima en más de 400,000 estudiantes en el campus universitario, el reto de los urbanistas debe centrarse en una solución de las actuales instalaciones públicas inadecuadas, para los futuros programas desarrollo académico, técnico y científico.

En la actualidad, los urbanistas universitarios deben preocuparse cada vez más de las cuestiones medioambientales. La planificación medioambiental debe procurar el desarrollo necesario para cumplir los objetivos de pureza fijados para el aire del agua, la recolección de los residuos, el reciclaje de recursos, la conservación de la energía, la protección de áreas verdes, bosques. La conservación histórica pretende que edificios y lugares importantes sigan formando parte del entorno permanente, a la vez que se debería partir de ellos para financiar los costes de mantenimiento.

Para los urbanistas universitarios, sus verdaderos clientes son los estudiantes universitarios por consiguiente, los planes que elaboran deben reflejar los intereses y prioridades de los grupos estudiantiles y los programas aplicados, al mismo tiempo ayudar a la Ciudad Universitaria a sobrevivir y mantener la calidad de vida que estos grupos desean y merecen.

En las primeras décadas del siglo pasado, el concepto era: la universidad en la ciudad, ya que muchas de las facultades universitarias, se encontraban dispersas dentro de la ciudad. Luego de eso, surge el concepto de Ciudad Universitaria, tal y como se conoce en la actualidad.

El urbanismo universitario de la primera década del siglo XXI, debe preocuparse cada vez más de establecer o ejecutar políticas de servicios públicos y la prestación de los mismos. Como es obvio, los recursos son limitados y los acontecimientos globales afectan al futuro de cada unidad académica, el urbanismo debe actuar dentro de un marco de planificación estratégica, con el fin de lograr un desarrollo sostenible para todos.

La Ciudad Universitaria debe generar una capacidad de respuesta proporcionando servicios públicos y encausando inversiones hacia una mejor calidad de vida de la comunidad universitaria.

Tantos estudiantes, como personal administrativo y académico, deben comprender que la planificación conlleva un orden dentro del cambio. Por su parte, los urbanistas están intentando equilibrar las demandas de intereses enfrentados para convertirnos en un consenso comunitario dinámico que posibilite la toma de decisiones.



En el futuro el urbanismo continuará trabajando en condiciones de escasos recursos económicos para la Ciudad Universitaria y tendrá que seguir enfrentando siempre con intereses paralelos de diferentes sectores estudiantiles, académicos y administrativos. La determinación y mejorar los servicios públicos adecuados plantearán serios problemas en los últimos años de la primera década del siglo XX. A medida que la Ciudad Universitaria intente redefinir el papel que desempeña, seguirá siendo sometida a ajustes periódicos, será pues labor del urbanismo minimizar el impacto que estos cambios cíclicos tengan sobre la población estudiantil en la Universidad San Carlos de Guatemala.

Causas de la congestión vehicular en la Ciudad Universitaria y estrategias para abatirla

Las causas de la congestión vehicular son variadas, sin embargo entre los factores que la provocan se encuentran factores de corto y largo plazo.

Causas inmediatas

Rápido crecimiento de la población estudiantil, en un espacio que no fue diseñado para albergarnos, inevitablemente ha incrementado el flujo diario de automóviles al campus central.

Un uso más intensivo de vehículos automotores: la disminución del precio de los automóviles y el acceso al crédito han hecho más accesible la posesión de los autos particulares.

Deficiente construcción de infraestructura vial

Los conductores que circulan por el Boulevard Universitario, no perciben todos los costos que generan. Entre las principales consecuencias de la congestión vehicular dentro el campus universitario, podemos mencionar los costos adicionales en términos de tiempo, contaminación y estrés que se generan. A menos que las autoridades universitarias obliguen a los pilotos a considerar estos costos externos, ellos seguirán subestimándolos.

Causas mediatas

Concentraciones de los viajes del trabajo a la Universidad en el mismo tiempo.

La mayoría de las organizaciones y empresas empiezan y terminan sus obras de trabajo a la misma hora, de modo que sus empleados pueden interactuar con empleados de otras organizaciones. Esto quiere decir que los empleados tienen que viajar al mismo tiempo.



Muchos estudiantes que se conducen en automóvil están dispuestos a viajar largas distancias o a tolerar la pérdida de tiempo por el tránsito, con el fin de trabajar y vivir donde ellos escojan.

Preferencia de viajar en vehículos privados

La mayoría de los ciudadanos prefiere viajar en vehículos privados usualmente solos, porque dicha forma de viajar provee conveniencias, seguridad ante la violencia común que azota a la sociedad guatemalteca, confort, privacidad y muchas veces, una velocidad superior a la del transporte público. Esta preferencia, sumada a la inseguridad de viajar en autobús, incrementa el número de vehículos en la vialidad del campus de la Universidad de San Carlos Guatemala, en las horas pico.

Claramente, para los automovilistas los beneficios absorbidos de conducir su vehículo, tomando en cuenta únicamente los costos privados, siguen excediendo los beneficios netos de viajar en transporte público.

Una política que tenga como fin persuadir a más conductores a cambiar su modo de viaje, tendrá que hacer que los beneficios netos de conducir un automóvil sean menores que los beneficios netos de otros modos de viaje. Eso requeriría aumentar los beneficios netos de los otros modos de viaje por disminuir los de conducir su vehículo, desafortunadamente, es difícil incrementar los beneficios de los modos alternativos fríamente así que la manera más efectiva seguirá reduciendo los beneficios netos de conducir un auto.

Tres principios para analizar el tránsito vehicular

Para poder entender los posibles remedios para reducir la congestión vehicular, hay que reconocer primero que es el fenómeno del tránsito.

Triple convergencia

Este principio se refiere aquí, con una notable excepción a cualquier reducción inicial en los tiempos de viaje durante las horas pico, sobre una vialidad principal de viaje por ejemplo, a una expansión en la construcción de la infraestructura, será ignorada por la consecuente convergencia sobre dicha vialidad de los conductores que anteriormente:

1. Usan rutas alternativas.



2. Viajan en otras horas.
3. Usaban transporte público, atraídos por la mejora en los tiempos de viaje.

Otras obras y otros modos de transporte hasta que el movimiento en dicha realidad sea tan lento como el movimiento en las rutas alternas.

A pesar de eso, una expansión en la infraestructura vial crea beneficios sociales. El número total de vehículos dirigiéndose hacia sus destinos durante las horas pico será mayor que antes. Si no ha habido crecimiento en el número total de personas desembocaría, los períodos de depuración, durante las horas pico será más cortos que antes porque la infraestructura puede aceptar más vehículos por hora.

De igual forma, si mucha gente decide trabajar en casa o más días a la semana, se reduciría inicialmente en las horas pico sobre las vialidades principales del campus de la Universidad.

Sin embargo, y a pesar de esta reducción en el congestionamiento, el principio de la triple convergencia no aplicaría, debido a que el cargo o peajes, desalentaría a los pilotos que usan otras rutas, otras horas, y otros modos de transportes a optar por dichas vialidades, durante las horas pico. De ese modo el congestionamiento en las vialidades con peaje se mantendría bajo permanentemente.

El principio del crecimiento rápido

Este principio establece que las reducciones relativamente pequeñas en el congestionamiento vial, en un área metropolitana con rápido crecimiento, serán completamente terminadas en unos pocos años, por la llegada de más gente, más empleos y más vehículos. Extrapolado este hecho hacia la Universidad de San Carlos Guatemala, el reflejo de lo que sucede en el área metropolitana de la sede Guatemala, está pasando exactamente en la sede universitaria.

El principio de las políticas conjuntas

Este principio se refiere a que ninguno suburbio puede, por sí solo, adoptar políticas que afecten sustancialmente el crecimiento poblacional o de empleo en su zona metropolitana en su conjunto. Es necesario que todas las comunidades locales intervengan para limitar la expansión de su zona metropolitana.



Dos estrategias fundamentales

Los congestionamientos pueden ser atacados por el lado de la oferta o por el lado de la demanda. La estrategia de lado de la oferta, incluye proyectos como la construcción de más vialidades que incrementen la capacidad del sistema de transporte. La estrategia de lado de la demanda involucra tácticas como la promoción de prácticas de compartir el automóvil, que reduce el número de los movimientos vehiculares para la misma cantidad de personas.

El enfoque de mercado

Las prácticas con enfoque de mercado, de asignar valores monetarios a los diferentes comportamientos de viaje, deja a los viajeros el escoger entre estos. Su objetivo es lograr un uso más eficiente de los recursos de por sí escasos, usualmente haciendo que los precios de las diferentes opciones de viaje se acerquen más a los costos sociales, de modo que para los usuarios sean igual los beneficios marginales con los costos marginales sociales. Estas tácticas suelen carecer los comportamientos que buscan desalentar en relación a los precios que busca incentivar.

El principio detrás del enfoque de mercado es que los usuarios de vialidades específicas, de pagar directamente al menos parte de los costos que imponen sobre los demás cuando usan dichas vialidades.

Al mismo tiempo, el enfoque de mercado admite a los conductores continuar un comportamiento socialmente costoso si creen que el hacerlo vale el precio ligado a dicho comportamiento.

Método de la valoración contingente para vialidad y estacionamientos dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala

La Economía cuenta básicamente, con tres técnicas para valorar bienes. En la presente tesis se aborda la del método de la valoración contingente, por ser la técnica que más se adapta al caso de estudio y además, permite los análisis ex ante, que son necesarios para, poder racionalizar el gasto.

Este método intenta medir en quetzales los cambios en el nivel de bienestar de los estudiantes debido a un incremento o disminución de la cantidad y la calidad de un bien. Este nivel de bienestar medido en unidades monetarias, suele expresarse en términos de la cantidad que un estudiante pagaría por un bien, en este caso tener el acceso disponible a un parqueo cuando lo demande. Es decir, lo que se suele conocer por la expresión



DISPOSICIÓN O POSIBILIDAD A PAGAR. En el caso de bienes que no implican un costo monetario directo para el estudiante, esta disposición a pagar por el bien equivale al beneficio que tal estudiante obtiene.

A manera de ejemplo el estudiante que dispone estacionarse en la Facultad de Arquitectura, por ser el área más próxima a la salida que conecta con el bulevar universitario Manuel Colom Argüeta, ese hecho tiene como beneficio para todo aquel que pueda conseguir un estacionamiento en el mencionado parqueo, el equivalente a lo que estaría dispuesto a pagar como máximo en concepto de estacionamiento.

De no encontrar estacionamiento, ¿cuáles serían sus alternativas?

- a. Irse a estacionar a otro lugar lejano dentro del campus, con lo cual tiene que invertir tiempo y esfuerzo adicional.
- b. Estacionarse en las opciones privadas, que se tienen en el Boulevard Universitario a un costo muy superior al cobrado internamente en el campus, con lo cual tiene que invertir tiempo, dinero extra y esfuerzo adicional para llegar a la facultad.
- c. Transportarse en autobús, en cuyo caso el costo monetario es menor, pero altamente probable la incomodidad y el tiempo de transporte es mucho mayor.
- d. Esperar hasta que se desocupe una plaza de estacionamiento y poder utilizarla. Probablemente esta opción llevaría hasta 60 minutos o más.

De ellas habría que ver cuál es la que adoptaría el estudiante y esa sería la máxima disposición a pagar por el estacionamiento en caso de no encontrarlo en la facultad.

Alternativamente, el método de valoración contingente permite también hallar la máxima disposición a ser compensado por la pérdida de tiempo, que se da al demandar un estacionamiento en cualquiera de los estacionamientos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y, no existir disponibilidad de ellos. Por ejemplo, cuánto dinero, como mínimo, se debería pagar a los estudiantes porque se queden indiferentes entre perder un estacionamiento y obtener dicha cantidad de dinero.

La ventaja pues, del método de valoración contingente en este aspecto es que mide directamente la disposición al pago por encima de lo que el consumidor ya paga. La razón principal reside en el hecho de que además de los valores que el usuario presente al consumir el bien, los estudiantes pueden obtener bienestar o satisfacción a un sin ser usuarios directos del bien. Por ejemplo, un estudiante que se transporta en camioneta a la Ciudad Universitaria, está dispuesto a pagar algo por no sufrir los congestionamientos y la consecuente pérdida de tiempo que éstos generan, o el hecho de no contar en la actualidad con un automóvil, pero sí ser un cliente potencial de un estacionamiento en el futuro.



Ese llamado valor de opción lo pueden experimentar los mismos estudiantes que quieran utilizar el estacionamiento de la Facultad de Arquitectura en el futuro, por los no estudiantes que pueden decidir desplazarse en el futuro o que desean que generaciones venideras mantengan la posibilidad de gozar el bien.

Obtener bienestar del saber que los estacionamientos de la Facultad de Arquitectura estarán disponibles cuando se demanden; es decir se puede reconocer un valor de existencia, por lo que se estaría dispuesto a pagar algo, grado que aporta un cierto bienestar.

Los valores de opción y no uso, también llamados de uso pasivo, no pueden detectarse con los métodos del costo del desplazamiento o de los precios hedónicos. En cambio, el método de valoración contingente los incluye y en la mayoría de ocasiones es difícil, además seguramente irrelevante poder separarlos.

Debido justamente a esta diferencia entre lo que mide la valoración contingente, y lo que estiman los métodos indirectos, se hace muy difícil comprobar la exactitud de la medida que se obtienen en el mercado hipotético.

Otra característica importante de la medición de valores de forma contingente está relacionada con el momento en que pueden realizarse. Permite valorar cambios en el bienestar de las personas antes de que se produzcan. A manera de ejemplo se pueden detectar la disposición de los estudiantes a pagar por la provisión de nuevos estacionamientos, antes que se tome una decisión al respecto. Puede asimismo obtener valoraciones ex post, como el caso de la disposición a pagar para seguir disfrutando del uso de los estacionamientos una vez construidos.

En cambio, los métodos indirectos sólo pueden medir la valoración de los bienes a posteriori, una vez consumidos. El excedente del estudiante que demanda un estacionamiento o utilización de vialidad, medida por el método del costo del desplazamiento o por su influencia de cercanía a los estacionamientos como sólo puede obtenerse una vez existan dichos estacionamientos. Aunque pueden extrapolarse los valores obtenidos a situaciones ex ante, como en proyectos de estacionamientos de características parecidas a los estacionamientos ya valorados.

Disposición a pagar o a ser compensado

Ligada a la discusión de los fundamentos de medición, se encuentra la controversia entre planteamientos en términos de la disposición a pagar como a la disposición a ser compensado. Es decir, la diferencia entre medir la cantidad máxima de dinero que un estudiante estaría dispuesto a pagar para consumir una determinada cantidad de un bien y la mínima cantidad de dinero que estaría dispuesta a aceptar en compensación por dejar de consumir el bien. La polémica sobre cuál de las dos medidas a utilizar en las valoraciones contingentes ha centrado el debate durante muchos años y constituye uno de los aspectos polémicos.



La relevancia práctica en esta polémica radica en que los valores que se obtienen son distintos, cuando la pregunta se formula en unos términos o en otros: las cantidades son mayores cuando se pide lo que se cobrarían en compensación, que cuando se pide lo que se pagaría por disfrutar el bien, aunque, como veremos teóricamente las diferencias no deberían ser grandes. La polémica termina cuando la evaluación social determina como criterio general que se asume el menor.

Desde la teoría económica, existen dos conceptos que ayudan a escoger el formato pertinente de medición, se trata de lo que se conoce por variación compensatoria y variación equivalente. Tales variaciones se miden en unidades monetarias y representan cantidades de dinero que valoran lo que se gana o se pierden con un cambio en el nivel de bienestar de los estudiantes.

Para explicar de forma simple se desarrollará un ejemplo: supongamos que en lugar de existir estacionamientos en la Facultad de Arquitectura, en dicha área se desarrollará una plaza pública, se puede suponer que en lugar de dicha plaza pública, se prefiera el área de estacionamientos. Con este cambio se pierde bienestar, la valoración compensatoria es la cantidad mínima de dinero que se debería de pagar a los usuarios de los estacionamientos de la Facultad de Arquitectura, por la pérdida de bienestar para que se quedarán indiferentes entre la plaza pública, con la cantidad de dinero, o con los estacionamientos, sin dicho dinero. Por lo tanto, teóricamente la simulación de un mercado parecido al descrito, debería corresponderse con la valoración en términos de mínima disposición a ser compensado.

La variación compensatoria puede ser positiva como la descrita por negativa. Sería negativa si el lugar de estacionamientos, fuera sustituido por un bosque de eucaliptos o un bosque de pinos. Por tanto la variación compensatoria equivaldría a la mínima cantidad de dinero que estaríamos dispuestos a pagar, para que fuera igual contemplar un bosque de eucaliptos o de pinos. Es decir, equivaldría a nuestra disposición al pago.

Supongamos ahora que aún disfrutamos de los estacionamientos y su conversión en bosque o en plaza pública es todavía un proyecto a punto de realizarse. Se debe examinar en primer lugar la propuesta de conversión tanto en plaza pública como en bosque sea de eucaliptos o de pinos. Si se realizara, en cuanto incrementarían nuestro bienestar; para que el bienestar no aumentara ni disminuyera, sería de pagar una determinada cantidad de nuestros ingresos, se denominan a esta cantidad de dinero variación equivalente y, supone expresar la cantidad en términos de mínima disposición a pagar.

En el caso simétrico, de un proyecto en bosque de eucaliptos, la variación equivalente serían la mínima cantidad de dinero que deberíamos darnos en compensación para quedarnos indiferentes entre los pinos y la plaza pública a nivel de bienestar previo cambio. Es decir, que uno y otro fueran equivalentes, en los ejercicios de valoración semejantes a este escenario, la medida correcta sería la disponibilidad a ser compensado.



Si se disfruta de hecho de un bien y el escenario de valoración plantea la pérdida de este derecho a disfrutarlo, la medida aconsejable es la disponibilidad a la compensación. En cambio, si todavía no tenemos acceso al bien, la medida debería expresarse en términos de disponibilidad al pago.

Muchas aportaciones teóricas demuestran que bajo condiciones y supuestos económicos considerados razonables, las diferencias entre la disposición al pago por la compensación debería ser relativamente pequeña. Sin embargo, revisiones teóricas más recientes muestran que, en efecto, es razonable desde el punto de vista teórico que existan diferencias considerables.

En el método de valoración contingente se pregunta a una muestra de la población su disposición a pagar (o a ser compensada) por un bien determinado. Por tanto, la encuesta nos aporta un conjunto de valores, uno por cada persona que haya contestado a la pregunta de valoración. Para poder manejar el valor correspondiente para el conjunto de la población, se puede optar o bien por medir o por la mediana del valor obtenido de la muestra; a continuación se multiplica el valor de la media o mediana por el número de personas que componen la población relevante, las dos medidas presentan ventajas e inconvenientes.

De la diferencia existente entre media y mediana, la media es el resultado de sumar los valores dados por cada persona entrevistada y guiado por el número de observaciones. La mediana, en cambio, corresponde al valor de la observación que ocupa el lugar central cuando éste se ordena por orden creciente o decreciente. Ejemplo 10, 8, 11, 0, 20, 0, 0, tiene por media siete mientras que la mediana es ocho, dado que este valor ocupa el cuarto lugar en orden ascendente. Si el número de observaciones es par, habría dos medianas; para obtener una sola mediana, se calcula la media de las dos observaciones centrales.

En la práctica de la valoración contingente como en la mediana corresponde generalmente a una estimación más conservadora. Es decir, se encuentra por debajo de la media dado que suele haber mayor número de respuestas bajas y mayor distensión entre los valores altos.

La mayoría de investigadores que utilizan la valoración contingente, optan por utilizar la media como medida de agregación. La media puede utilizarse como estimados de lo que la persona tipo estaría dispuesta a pagar por obtener una mayor calidad o cantidad de un bien y, a su vez puede multiplicarse por la población relevante para estimar el valor total del cambio en el bien. Tendría menos sentido económico, en cambio, realizar estas operaciones con la mediana, es más aconsejable la utilización de la mediana en otros contextos; por ejemplo cuando el ejercicio se plantea en términos de si la mayoría de la población estaría dispuesta a pagar una determinada cantidad de dinero por una mayor cantidad de calidad del bien para el que se ha construido el mercado hipotético.



De hecho, se trata de reproducir la situación más común en el mercado: el estudiante observa el precio de los estacionamientos y deciden si lo paga o no. Esa forma tiene la proporción de personas que pagarían el precio dado, dicho precio varía a lo largo de la muestra, se puede esperar que cuanto menor haya sido el precio indicado, mayor será la proporción de personas que digan sí. Y a medida el precio sube, existen menor número de estudiantes dispuestos a pagar por los estacionamientos.

Cálculo de la externalidad del tiempo perdido en base al salario mínimo en las seis unidades académicas que presentan mayor cantidad de minutos en el traslado de las puertas de ingreso a las mismas

1. Facultad de Ciencias Económicas:

Alumnos promedio = 20,527

Tiempo de traslado = 26.4 minutos

$20,527 \times 26.4 = 541,912.80$ minutos / 60 = 9,031.88 horas / 8 horas laborales = 1,129 días laborales por día / 20 días al mes = 56.45 meses hombres por día.

2. Facultad de Ingeniería:

Alumnos promedio = 13,215

Tiempo de traslado = 22.3 minutos

$13,215 \times 22.3 = 294,694.25$ minutos / 60 = 4,911.58 horas / 8 horas laborales = 614 días laborales por día / 20 días al mes = 30.69 meses hombres por día.

3. Facultad de Agronomía:

Alumnos promedio = 1,287

Tiempo de traslado = 9.5 minutos

$1,287 \times 9.5$ minutos = 12,226.50 minutos / 60 = 203.78 horas / 8 horas laborales = 25.47 días laborales por día / 20 días al mes = 1.27 meses hombres por día.

4. Facultad de Arquitectura:



ALUMNOS PROMEDIO = 5,099
TIEMPO DE TRASLADO = 9.1 minutos

$5,099 \times 9.1 \text{ minutos} = 46,400.90 \text{ minutos} / 60 = 773.24 \text{ HORAS} / 8 \text{ HORAS LABORALES} = 96.66 \text{ DÍAS LABORALES POR DÍA} / 20 \text{ DÍAS AL MES} = 4.83 \text{ MESES HOMBRES POR DÍA.}$

5. FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES:

ALUMNOS PROMEDIO = 15,075
TIEMPO DE TRASLADO = 8.8 minutos

$15,075 \times 8.8 \text{ minutos} = 132,660 \text{ minutos} / 60 = 2,211 \text{ HORAS} / 8 \text{ HORAS LABORALES} = 264 \text{ DÍAS LABORALES POR DÍA} / 20 \text{ DÍAS AL MES} = 13.19 \text{ MESES HOMBRES POR DÍA.}$

6. FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:

ALUMNOS PROMEDIO = 826
TIEMPO DE TRASLADO = 6.6 minutos

$826 \times 6.6 \text{ minutos} = 5,451.60 \text{ minutos} / 60 = 90.86 \text{ HORAS} / 8 \text{ HORAS LABORALES} = 11.36 \text{ DÍAS LABORALES POR DÍA} / 20 \text{ DÍAS AL MES} = 0.57 \text{ MESES HOMBRES POR DÍA.}$

La sumatoria total de horas hombre por día da la cantidad de 17,222.34 horas hombre por día que multiplicado por 5 días de la semana hacen 86,111.70 días hombre por semana y este número multiplicado por cuatro semanas del mes da 344,446.80 días hombre por mes multiplicado por el valor del salario mínimo de Q. 45.56 da la cantidad de Q. 156, 692,996.21; valor que multiplicado por diez meses de actividad estudiantil da la cantidad anual de Q. 1,566,929,962.10 (Q. 1,566 millones de quetzales al año), este valor indica que anualmente se pierde más que todo el presupuesto ordinario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que el año 2006 fue de Q. 830.3 millones de quetzales.

Al realizar este tipo de cálculos y se le pone valor económico al tiempo perdido, (hay que hacer notar que se toma como base el salario mínimo para efectos de cálculo, lo que lleva a inferir que esa cifra en realidad es más alta) ese hecho, debe hacernos reflexionar y dar solución orientada tanto a la vialidad como a los estacionamientos.

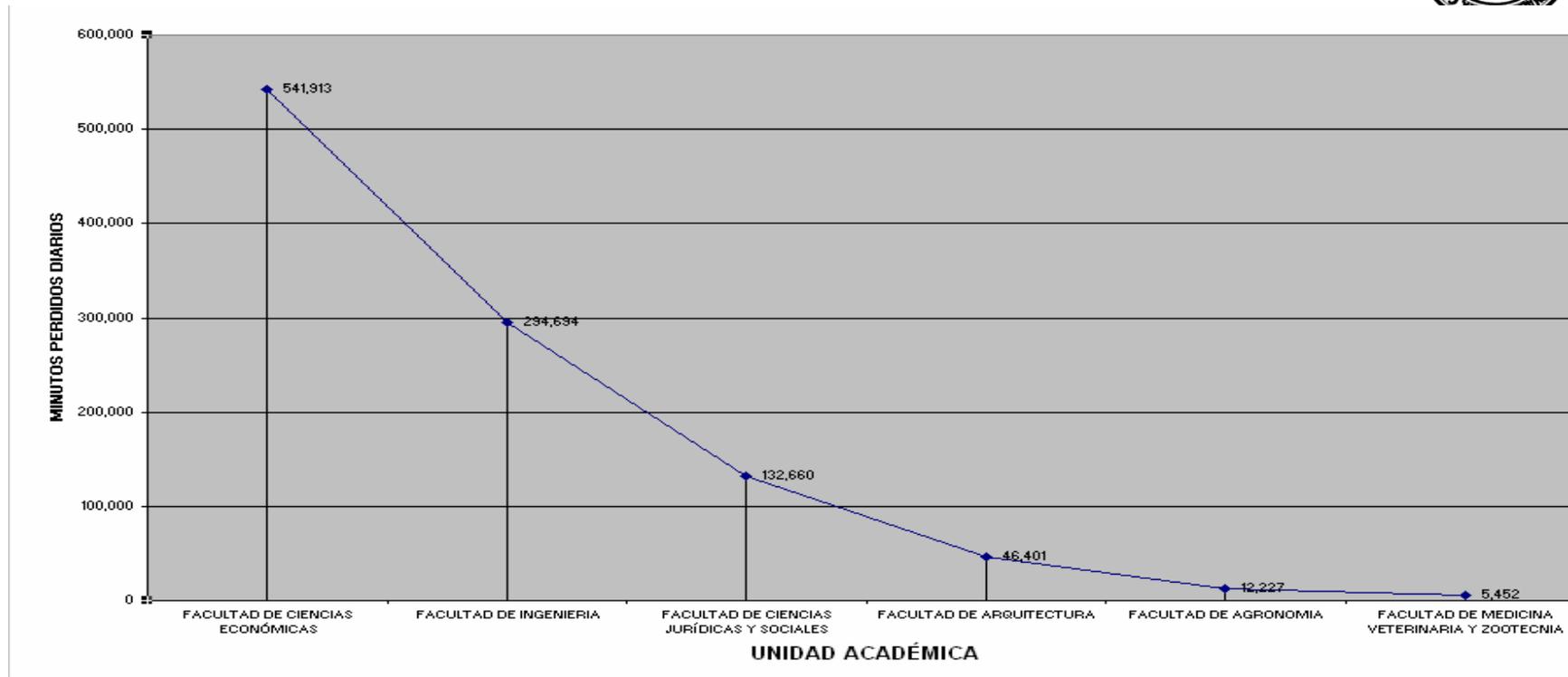


Cuadro 27: Minutos perdidos diarios en seis Unidades Académicas que más tiempo les lleva de las puertas de la Universidad a las mismas

No.	UNIDAD ACADÉMICA	MINUTOS DIARIOS
		PERDIDOS
1	FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS	541,913
2	FACULTAD DE INGENIERIA	294,694
3	FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES	132,660
4	FACULTAD DE ARQUITECTURA	46,401
5	FACULTAD DE AGRONOMÍA	12,227
6	FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA	5,452

ELABORACIÓN PROPIA.

Gráfica 21 : Minutos perdidos diarios en seis Unidades Académicas que más tiempo les lleva de las puertas de la Universidad a las mismas



Valor de la Externalidad de usar automóvil

Según cálculos que han realizado especialistas en vialidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, una hora de congestionamiento tiene un costo de Q. 23.00 por hora (tomando en cuenta el valor del combustible y depreciación del vehículo). Los valores encontrados del porcentaje de personas que se dirigen a la Universidad de San Carlos de Guatemala, es de 25.3% si aplicamos los valores tenemos los siguientes datos:

1. Facultad de Ciencias Económicas:



ALUMNOS PROMEDIO = 20,527

Porcentaje de las personas que se desplazan en automóvil: 25.3%

Tiempo de traslado = 26.4 minutos

$20,527 \times 0.253 = 5,193$ automóviles $\times 26.4' = 137,103.94$ minutos / $60 = 2,285.07$ horas por Q.23.00 costo de la hora de congestionamiento da la cantidad de Q. 52,556.51 diarios.

2. Facultad de Ingeniería:

ALUMNOS PROMEDIO = 13,215

Porcentaje de las personas que se desplazan en automóvil: 25.3%

Tiempo de traslado = 22.3 minutos

$13,215 \times 0.253 = 3,343.40$ automóviles $\times 22.3' = 74,557.70$ minutos / $60 = 1,242.63$ horas por Q.23.00 costo de la hora de congestionamiento da la cantidad de Q. 28,580.45 diarios.

3. Facultad de Agronomía:

ALUMNOS PROMEDIO = 1,287

Porcentaje de las personas que se desplazan en automóvil: 25.3%

Tiempo de traslado = 9.5 minutos

$1,287 \times 0.253 = 325.61$ automóviles $\times 9.5' = 3,093.30$ minutos / $60 = 51.55$ horas por Q.23.00 costo de la hora de congestionamiento da la cantidad de Q. 1,185.76 diarios.

4. Facultad de Arquitectura:

ALUMNOS PROMEDIO = 5,099

Porcentaje de las personas que se desplazan en automóvil: 25.3%

Tiempo de traslado = 9.1 minutos

$5,099 \times 0.253 = 1,290$ automóviles $\times 9.1' = 11,739.43$ minutos / $60 = 195.66$ horas por Q.23.00 costo de la hora de congestionamiento da la cantidad de Q. 4,500.11 diarios.



5. FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES:

ALUMNOS PROMEDIO = 15,075

Porcentaje de las personas que se desplazan en automóvil: 25.3%

Tiempo de traslado = 8.8 minutos

$15,075 \times 0.253 = 3,814$ automóviles $\times 8.8' = 33,563.20$ minutos / 60 = 559.39 horas por Q.23.00 costo de la hora de congestionamiento da la cantidad de Q. 12,865.89 diarios.

6. FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:

ALUMNOS PROMEDIO = 826

Porcentaje de las personas que se desplazan en automóvil: 25.3%

Tiempo de traslado = 6.6 minutos

$826 \times 0.253 = 209$ automóviles $\times 6.6' = 1,379.40$ minutos / 60 = 22.99 horas por Q.23.00 costo de la hora de congestionamiento da la cantidad de Q. 528.77 diarios.

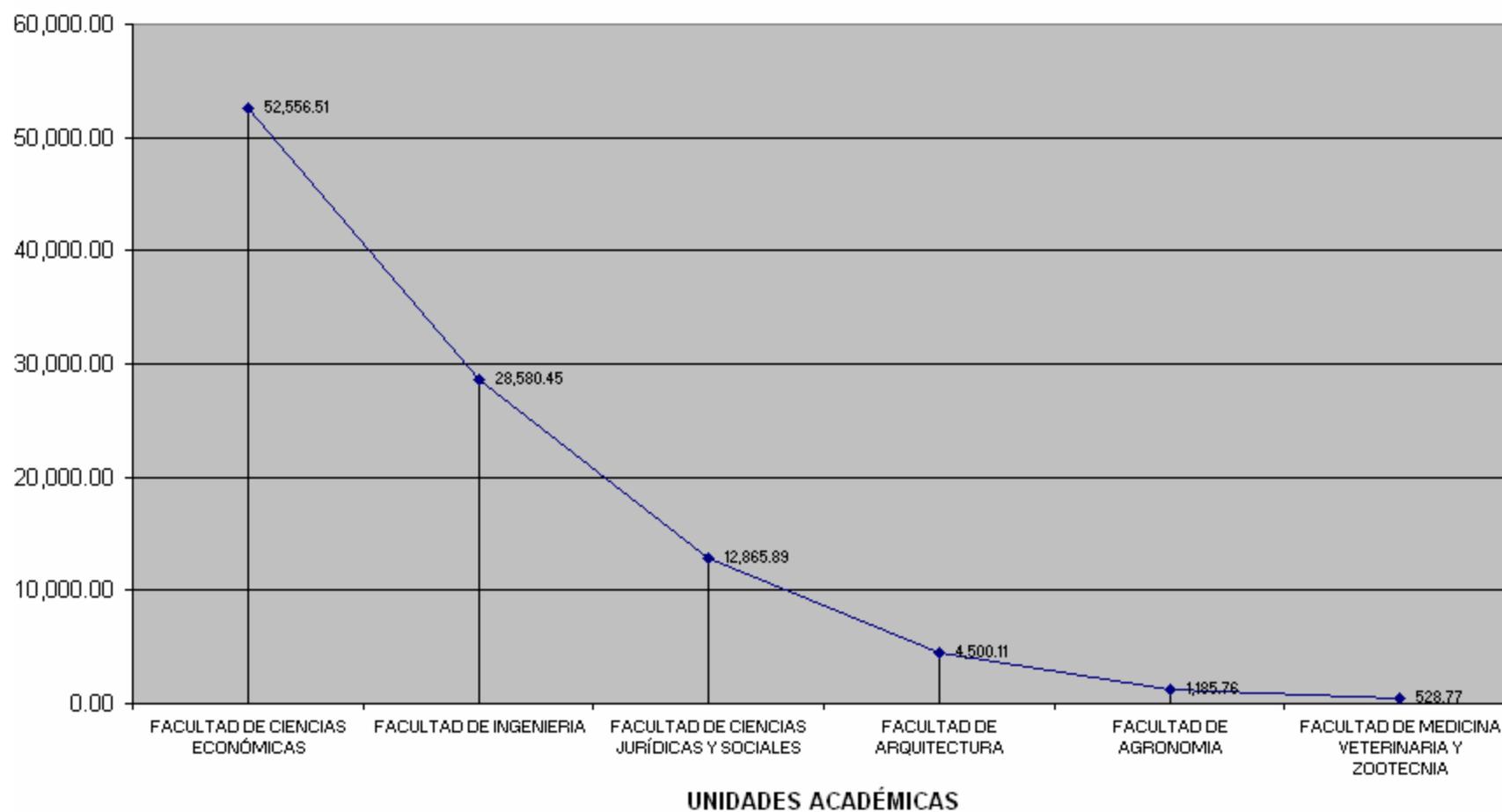
La sumatoria total de dinero perdido en congestionamiento da la cantidad de Q. 100,217.49 diarios que multiplicado por 5 días de la semana hacen Q. 501,087.45 a la semana este número multiplicado por cuatro semanas del mes da la cantidad de Q. 2,004,349.80 mensuales multiplicado por diez meses de actividad estudiantil da la cantidad de Q. 20,043,498.00; que se pierden anualmente por el congestionamiento.



CUADRO 28: Costo del congestionamiento diario en seis Unidades Académicas de la Universidad de San Carlos (en quetzales)

No.	UNIDAD ACADÉMICA	COSTO DE CONGESTIONAMIENTO	
		USAC EN QUETZALES	
1	FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS	52,556.51	
2	FACULTAD DE INGENIERÍA	28,580.45	
3	FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES	12,865.89	
4	FACULTAD DE ARQUITECTURA	4,500.11	
5	FACULTAD DE AGRONOMÍA	1,185.76	
6	FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA ELABORACIÓN PROPIA	528.77	

GRÁFICA 22: Costo del congestionamiento diario en seis Unidades Académicas de la Universidad de San Carlos (en quetzales)



CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO III:



Si sumamos los dos valores: la del valor económico de transportarse a pie y en automóvil da un total de Q. 1,586 millones que se pierden anualmente por la pérdida de tiempo, tanto a pie como en vehículo, dinero que podría utilizarse en la realización de actividades más productivas, como podría ser aumentar el nivel de conocimiento de los estudiantes o darle un costo de oportunidad a este tiempo totalmente muerto.

Es alarmante el valor encontrado dentro del cálculo de las externalidades tanto a nivel de congestionamiento de vehículos, como de tiempo perdido en desplazamientos. Los valores indican que la cifra encontrada, supera en mucho al presupuesto ordinario anual de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para efectos prácticos, se puede concluir que el valor económico del tiempo perdido es 1.91 veces más alto que el presupuesto anual ordinario de ingresos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE DISEÑO

En la actualidad se cuenta con sistemas CAD, proceso por medio del cual se utilizan los ordenadores o computadoras para mejorar la fabricación, desarrollo y diseño de los productos. Éstos pueden fabricarse más rápido, con mayor precisión o a menor precio, con la aplicación adecuada de tecnología informática. Este recurso se utilizará para la propuesta de diseño de un estacionamiento ubicado en la Facultad de Arquitectura.

Los sistemas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD, siglas de Computer Aided Design) pueden utilizarse para generar modelos con muchas, si no todas, de las características de un determinado producto. Estas características podrían ser el tamaño, el contorno y las formas de cada componente, almacenadas como dibujos 2D y 3D. Una vez que estos datos dimensionales han sido introducidos y almacenados en el sistema informático, el diseñador puede manipularlos o modificar las ideas del diseño con mayor facilidad para avanzar en el desarrollo del producto. Además, pueden compararse e integrarse las ideas combinadas de varios diseñadores, ya que es posible mover los datos dentro de redes informáticas, con lo que los diseñadores e ingenieros situados en lugares distantes entre sí pueden trabajar como un equipo. Los sistemas CAD también permiten simular el funcionamiento de un producto. Hacen posible verificar si un circuito electrónico propuesto funcionará tal y como está previsto, si un puente será capaz de soportar las cargas pronosticadas sin peligros.

Con esta herramienta se aplicará al estacionamiento propuesto para comprobar radios de giro de los vehículos, peso para calcular cargas muertas y vivas, diagramas electrónicos para verificar el comportamiento eléctrico etc.

Las características de los sistemas CAD/CAM son aprovechadas por los diseñadores, ingenieros, arquitectos y fabricantes para adaptarlas a las necesidades específicas de sus situaciones. Por ejemplo, un diseñador puede utilizar el sistema para crear rápidamente un primer prototipo y analizar la viabilidad de un producto, mientras que un fabricante quizá emplee el sistema porque es el único modo de poder fabricar con precisión un componente complejo. La gama de prestaciones que se ofrecen a los usuarios de CAD/CAM está en constante expansión.

Además de la información de CAD que describe el contorno de un componente de Ingeniería y Arquitectura, es posible elegir el material más adecuado para su fabricación en la base de datos informática, y emplear una variedad de máquinas combinadas para producirlo. La Fabricación Integrada por Computadora (CIM) aprovecha plenamente el potencial de esta tecnología al combinar una amplia gama de actividades asistidas por ordenador, que pueden incluir el control de disponibilidad de estacionamientos, el cálculo de costos de materiales y el control total de cada proceso.



Esto ofrece una mayor flexibilidad al que presta un servicio, permitiendo a la empresa responder con mayor agilidad a las demandas del mercado y al desarrollo de nuevos servicios.

La futura evolución incluirá la integración aún mayor de sistemas de realidad virtual, que permitirá a los diseñadores interactuar con los prototipos virtuales de los productos mediante la computadora, en lugar de tener que construir costosos modelos o simuladores para comprobar su viabilidad.

También el área de prototipos rápidos es una evolución de las técnicas de CAD/CAM, en la que las imágenes informatizadas tridimensionales se convierten en modelos reales empleando equipos de fabricación especializada, como por ejemplo un sistema de estereolitografía.

Propiedades mecánicas de los materiales

En Arquitectura e Ingeniería se necesita saber cómo responden los materiales sólidos a fuerzas externas como la tensión, la compresión, la torsión, la flexión o la flexocompresión. Los materiales sólidos responden a dichas fuerzas con una deformación elástica (en la que el material vuelve a su tamaño y forma original cuando se elimina la fuerza externa), una deformación permanente o una fractura. Los efectos de una fuerza externa dependientes del tiempo son la plastodeformación y la fatiga, que se definen más adelante.

La tensión es una fuerza que tira; por ejemplo, la fuerza que actúa sobre un cable que sostiene un peso. Bajo tensión, un material suele estirarse, y recupera su longitud original si la fuerza no supera el límite elástico del material (véase Elasticidad en glosario). Bajo tensiones mayores, el material no vuelve completamente a su situación original, y cuando la fuerza es aún mayor, se produce la ruptura del material.

La compresión es una presión que tiende a causar una reducción de volumen. Cuando se somete un material a una fuerza de flexión, flexocompresión o torsión, actúan simultáneamente fuerzas de tensión y de compresión. Por ejemplo, cuando se flexiona una varilla, uno de sus lados se estira y el otro se comprime.

La plastodeformación es una deformación permanente gradual causada por una fuerza continuada sobre un material. Los materiales sometidos a altas temperaturas son especialmente vulnerables a esta deformación. La pérdida de presión gradual de las tuercas, la combadura de cables tendidos sobre distancias largas o la deformación de los componentes de máquinas y motores son ejemplos visibles de plastodeformación. En muchos casos, esta deformación lenta cesa porque la fuerza que la produce desaparece a causa de la propia deformación. Cuando la plastodeformación se prolonga durante mucho tiempo, el material acaba rompiéndose.

La fatiga puede definirse como una fractura progresiva. Se produce cuando una pieza mecánica está sometida a un esfuerzo repetido o cíclico, por ejemplo una vibración. Aunque el esfuerzo máximo nunca supere el límite elástico, el material puede romperse incluso después de poco tiempo. En algunos metales, como las aleaciones de titanio, puede evitarse la fatiga manteniendo la fuerza cíclica por debajo de un nivel determinado. En



La fatiga no se observa ninguna deformación aparente, pero se desarrollan pequeñas grietas localizadas que se propagan por el material hasta que la superficie eficaz que queda no puede aguantar el esfuerzo máximo de la fuerza cíclica. El conocimiento del esfuerzo de tensión, los límites elásticos y la resistencia de los materiales a la plastodeformación y la fatiga son extremadamente importantes en Ingeniería y Arquitectura.

Utilización de materiales compuestos

Los materiales compuestos suelen elaborarse con fibras sintéticas integradas en una matriz, material que las rodea y las fija. El tipo de material compuesto más utilizado es el compuesto de matriz polímera que consiste en fibras de un material cerámico, como el carbono o el vidrio, insertadas en una matriz plástica. Por lo general, las fibras ocupan alrededor del 60% del volumen en los compuestos de este tipo. También se utilizan matrices metálicas y cerámicas para sustituir a la matriz plástica; así se obtienen materiales más específicos, llamados compuestos de matriz metálica y compuestos de matriz cerámica respectivamente.

El componente fibroso de refuerzo de estos materiales puede consistir en fibras continuas o en segmentos cortos. Si se utilizan fibras cortas, éstas deben ser de mayor diámetro. Se suelen utilizar fibras largas continuas para elaborar materiales destinados a estructuras de alto rendimiento. La resistencia específica (relación entre resistencia y densidad) y la rigidez específica (relación entre elasticidad y densidad) de los compuestos de matriz polímera de fibras de carbono continuas, por ejemplo, pueden ser muy superiores a las de muchas aleaciones metálicas convencionales. Los compuestos también pueden tener otras propiedades, como alta conductividad térmica o eléctrica o un bajo coeficiente de dilatación. Además, de acuerdo a la orientación de las fibras o la forma en que estén entrelazadas en la matriz, pueden fabricarse con propiedades estructurales específicas para usos concretos.

A pesar de presentar ventajas considerables sobre los materiales convencionales, estos materiales tienen algunos inconvenientes. Por ejemplo, los materiales compuestos de matriz polímera y otros tienden a ser muy anisotrópicos, es decir, su resistencia, rigidez y otras propiedades físicas son diferentes de acuerdo a la orientación del material. Por ejemplo, si se fabrica un material compuesto de matriz polímera de manera que queden paralelas todas las fibras, el material será muy rígido en paralelo a las fibras, pero muy poco en perpendicular a ellas. Estas propiedades anisotrópicas constituyen un reto importante para el diseñador que utilice estos materiales en estructuras que apliquen fuerzas multidireccionales a sus componentes. También es complicada la elaboración de uniones resistentes entre piezas de material compuesto.

Módulo de elasticidad

Elasticidad (física), propiedad de un material que le hace recuperar su tamaño y forma original después de ser comprimido o estirado por una fuerza externa. Cuando una fuerza externa actúa sobre un material causa un esfuerzo o tensión en el interior del material que provoca la deformación del mismo. En muchos materiales, entre ellos los metales y los minerales, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo. Esta relación se conoce como Ley de Hooke, así llamada en honor del físico británico Robert Hooke, que fue el primero en expresarla.



No obstante, si la fuerza externa supera un determinado valor, el material puede quedar deformado permanentemente, y la Ley de Hooke ya no es válida. El máximo esfuerzo que un material puede soportar antes de quedar permanentemente deformado se denomina límite de elasticidad.

La relación entre el esfuerzo y la deformación, denominada módulo de elasticidad, así como el límite de elasticidad, están determinados por la estructura molecular del material. La distancia entre las moléculas de un material no sometido a esfuerzo depende de un equilibrio entre las fuerzas moleculares de atracción y repulsión. Cuando se aplica una fuerza externa que crea una tensión en el interior del material, las distancias moleculares cambian y el material se deforma. Si las moléculas están firmemente unidas entre sí, la deformación no será muy grande incluso con un esfuerzo elevado. En cambio, si las moléculas están poco unidas, una tensión relativamente pequeña causará una deformación grande. Por debajo del límite de elasticidad, cuando se deja de aplicar la fuerza, las moléculas vuelven a su posición de equilibrio y el material elástico recupera su forma original. Más allá del límite de elasticidad, la fuerza aplicada separa tanto las moléculas que no pueden volver a su posición de partida, y el material queda permanentemente deformado o se rompe.

Hormigón o concreto

Hormigón o concreto, material artificial utilizado en Arquitectura e Ingeniería que se obtiene mezclando cemento Portland, agua, algunos materiales bastos como la grava y otros refinados, y una pequeña cantidad de aire.

El hormigón es casi el único material de construcción que llega en bruto a la obra. Esta característica hace que sea muy útil en construcción, ya que puede moldearse de muchas formas. Presenta una amplia variedad de texturas y colores y se utiliza para construir muchos tipos de estructuras, como autopistas, calles, puentes, túneles, presas, grandes edificios, pistas de aterrizaje, sistemas de riego, canalización, rompeolas, embarcaderos, muelles, aceras, silos o bodegas, factorías, casas e incluso barcos.

Otras características favorables del hormigón son su resistencia, su bajo costo y su larga duración. Si se mezcla con los materiales adecuados, el hormigón puede soportar fuerzas de compresión elevadas. Su resistencia longitudinal es baja, pero reforzándolo con acero y a través de un diseño adecuado se puede hacer que la estructura sea tan resistente a las fuerzas longitudinales como a la compresión. Su larga duración se evidencia en la conservación de columnas construidas por los egipcios hace más de 3,600 años.

Composición

Los componentes principales del hormigón son pasta de cemento Portland, agua y aire, que puede entrar de forma natural y dejar unas pequeñas cavidades o se puede introducir artificialmente en forma de burbujas. Los materiales inertes pueden dividirse en dos grupos: materiales finos, como puede ser la arena, y materiales bastos, como grava, piedras o escoria. En general, se llaman materiales finos si sus partículas son menores que 6,4 mm y bastos si son mayores, pero según el grosor de la estructura que se va a construir el tamaño de los materiales bastos



varía mucho. En la construcción de elementos de pequeño grosor se utilizan materiales con partículas pequeñas, de 6,4 mm. En la construcción de presas se utilizan piedras de 15 cm de diámetro o más. El tamaño de los materiales bastos no debe exceder la quinta parte de la dimensión más pequeña de la pieza de hormigón que se vaya a construir.

Al mezclar el cemento Portland con agua, los compuestos del cemento reaccionan y forman una pasta aglutinadora. Si la mezcla está bien hecha, cada partícula de arena y cada trozo de grava queda envuelta por la pasta y todos los huecos que existan entre ellas quedarán rellenos. Cuando la pasta se seca y se endurece, todos estos materiales quedan ligados formando una masa sólida.

En condiciones normales el hormigón se fortalece con el paso del tiempo. La reacción química entre el cemento y el agua que produce el endurecimiento de la pasta y la compactación de los materiales que se introducen en ella requieren tiempo. Esta reacción es rápida al principio, pero después es mucho más lenta. Si hay humedad, el hormigón sigue endureciéndose durante años. Por ejemplo, la resistencia del hormigón vertido es de 70.307 g/cm² al día siguiente, 316.382 g/cm² una semana después, 421.842 g/cm² al mes siguiente y 597.610 g/cm² pasados cinco años.

Las mezclas de hormigón se especifican en forma de relación entre los volúmenes de cemento, arena y piedra utilizados. Por ejemplo, una mezcla 1:2:3 consiste en una parte por volumen de cemento, dos partes de arena y tres partes de agregados sólidos. Según su aplicación, se alteran estas proporciones para conseguir cambios específicos en sus propiedades, sobre todo en cuanto a resistencia y duración. Estas relaciones varían de 1:2:3 a 1:2:4 y 1:3:5. La cantidad de agua que se añade a estas mezclas es de 1 a 1,5 veces el volumen de cemento. Para obtener hormigón de alta resistencia el contenido de agua debe ser bajo, sólo el suficiente para humedecer toda la mezcla. En general, cuanto más agua se añade a la mezcla, más fácil será trabajarla, pero más débil será el hormigón cuando se endurezca.

El hormigón puede hacerse absolutamente hermético y utilizarse para contener agua y para resistir la entrada de la misma. Por otra parte, para construir bases filtrantes, se puede hacer poroso y muy permeable. También puede presentar una superficie lisa y pulida tan suave como el cristal. Si se utilizan agregados pesados, como trozos de acero, se obtienen mezclas densas de 4.000 Kg./m³. También se puede fabricar hormigón de sólo 481 Kg./m³ utilizando agregados ligeros especiales y espumas. Estos hormigones ligeros flotan en el agua, se pueden serrar en trozos o clayar en otras superficies.

Para pequeños trabajos o reparaciones, puede mezclarse a mano, pero sólo las máquinas mezcladoras garantizan una mezcla uniforme. La proporción recomendada para la mayoría de usos a pequeña escala —como suelos, aceras, calzadas, patios y piscinas— es la mezcla proporción 1:2:3.

Cuando la superficie del hormigón se ha endurecido requiere un tratamiento especial, ya sea salpicándola o cubriéndola con agua o con materiales que retengan la humedad, capas impermeables, capas plásticas, arpillera húmeda o arena. También hay pulverizadores especiales.



Cuanto más tiempo se mantenga húmedo el hormigón, será más fuerte y durará más. En época de calor debe mantenerse húmedo por lo menos tres días, y en época de frío no se debe dejar congelar durante la fase inicial de endurecimiento. Para ello se cubre con una lona alquitranada o con otros productos que ayudan a mantener el calor generado por las reacciones químicas que se producen en su interior y provocan su endurecimiento.

Técnicas de construcción

El hormigón se moldea de muchas maneras. Para construir los cimientos de pequeños edificios se vierte directamente en zanjas cavadas en la tierra. Para otros tipos de cimientos y algunos muros, se vierte entre los soportes o encofrados de madera o de hierro, que se eliminan cuando el hormigón se ha secado. En la construcción con losas prefabricadas, las planchas que forman techos y suelos se montan en el suelo y después se elevan con gatos hidráulicos y se fijan las columnas a la altura precisa. Los encofrados deslizantes se utilizan para formar columnas y los núcleos de los edificios. Se van moviendo hacia arriba de 15 a 38 cm por hora mientras se vierte el hormigón y se colocan los refuerzos. El método de fraguar hacia arriba se suele utilizar en la construcción de edificios de una o dos plantas. Las paredes se fraguan en tierra o en la planta correspondiente y se sitúan con grúas. Después se fijan las paredes por sus extremos o entre ellas a unas columnas de hormigón. Para pavimentar carreteras con hormigón se utiliza una máquina pavimentadora de cimbra móvil. Esta máquina arrastra una estructura con dos guías metálicas separadas. Se vierte una capa de hormigón entre las dos guías y la máquina va avanzando lentamente. Las guías de los laterales mantienen el hormigón en su sitio hasta que se seca. Estas pavimentadoras pueden forjar una capa continua de pavimento de hormigón de uno o dos carriles.

En ciertas aplicaciones, como la construcción de piscinas, canales y superficies curvas, el hormigón puede aplicarse por inyección. Con este método el hormigón se pulveriza a presión con máquinas neumáticas sin necesidad de utilizar encofrados. Así se elimina todo el trabajo de los moldes de hierro y madera y se puede aplicar hormigón en lugares donde los métodos convencionales serían difíciles o imposibles de emplear.

El hormigón con aire incluido es hormigón al que se introducen pequeñas burbujas de aire en la mezcla con el cemento, durante su fabricación, preparación o en la fase de mezclado con la arena y los agregados. La presencia de estas burbujas aporta propiedades favorables al hormigón, tanto cuando está fresco como cuando se ha endurecido. Cuando está fresco y recién mezclado las burbujas de aire actúan como lubricante; hacen la mezcla más manejable por lo que reducen la cantidad de agua necesaria para hacerla. Este sistema de aire también reduce la cantidad de arena necesaria.

Hormigón armado

En la mayoría de los trabajos de construcción, el hormigón se refuerza con armaduras metálicas, sobre todo de acero; este hormigón reforzado se conoce como 'hormigón armado'. El acero proporciona la resistencia necesaria cuando la estructura tiene que soportar fuerzas longitudinales



elevadas. El acero que se introduce en el hormigón suele ser una malla de alambre o barras sin desbastar o trenzadas. El hormigón y el acero forman un conjunto que transfiere las tensiones entre los dos elementos.

El hormigón pretensado ha eliminado muchos obstáculos en cuanto a la envergadura y las cargas que soportan las estructuras de hormigón para ser viables desde el punto de vista económico. La función básica del acero pretensado es reducir las fuerzas longitudinales en ciertos puntos de la estructura. El pretensado se lleva a cabo tensando acero de alta resistencia para inducir fuerzas de compresión al hormigón. El efecto de esta fuerza de compresión es similar a lo que ocurre cuando queremos transportar una fila de libros horizontalmente; si aplicamos suficiente presión en los extremos, inducimos fuerzas de compresión a toda la fila, y podemos levantar y transportar toda la fila, aunque no se toquen los libros de la parte central.

Estas fuerzas compresoras se inducen en el hormigón pretensado a través de la tensión de los refuerzos de acero antes de que se endurezca el hormigón, aunque en algunos casos el acero se tensa cuando ya se ha secado. En el proceso de pretensado, el acero se tensa antes de verter el hormigón. Cuando el hormigón se ha endurecido alrededor de estos refuerzos tensados, se sueltan las barras de acero; éstas se encogen un poco e inducen fuerzas de compresión al hormigón. En otros casos, el hormigón se vierte alrededor del acero, pero sin que entre en contacto con él; cuando el hormigón se ha secado se ancla un extremo del refuerzo de acero al hormigón y se presiona por el otro extremo con gatos hidráulicos. Cuando la tensión es la requerida, se ancla el otro extremo del refuerzo y el hormigón queda comprimido.

Utilización del acero de alta resistencia

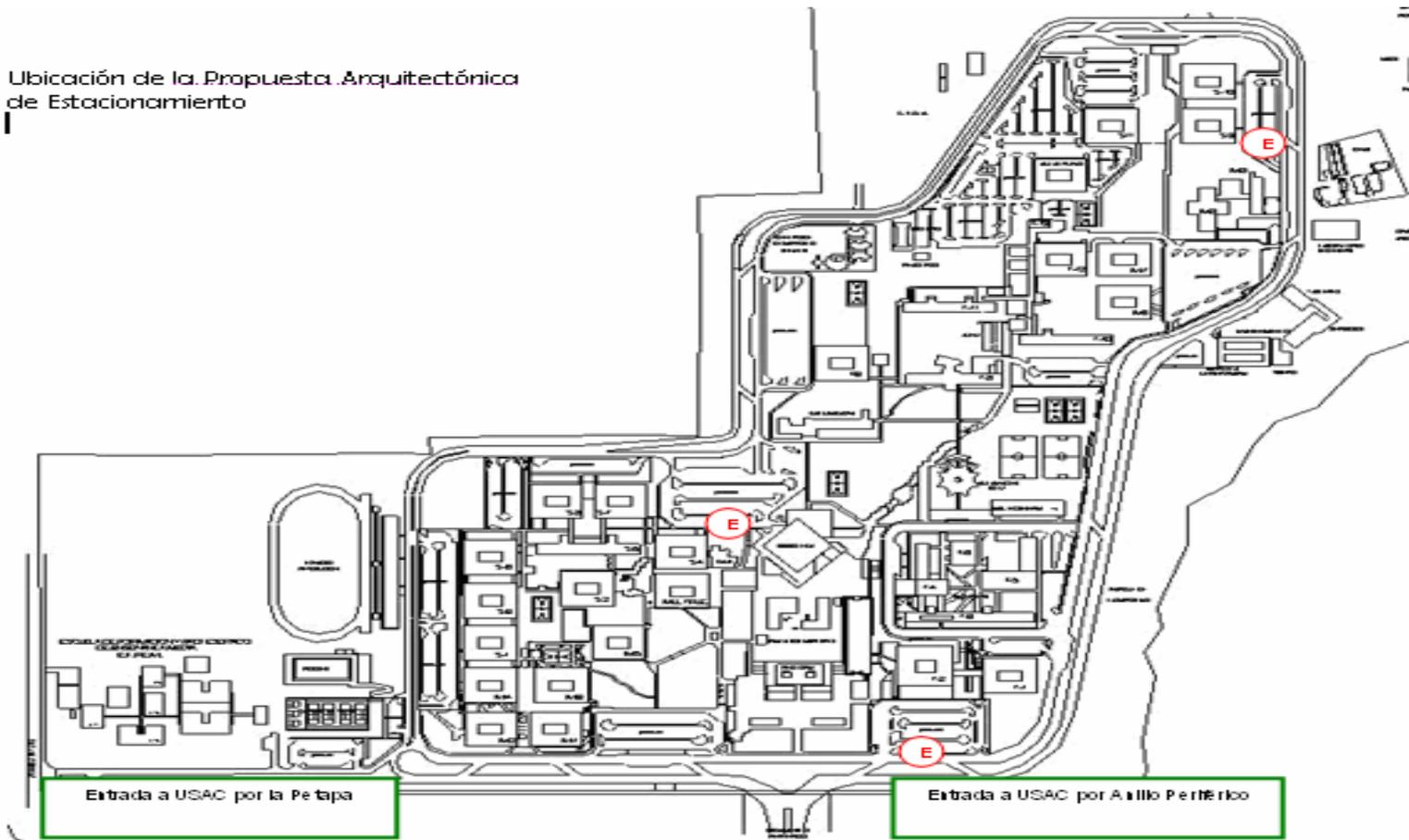
Esta familia es la más reciente de las cinco grandes clases de acero. Los aceros de baja aleación son más baratos que los aceros aleados convencionales ya que contienen cantidades menores de los costosos elementos de aleación. Sin embargo, reciben un tratamiento especial que les da una resistencia mucho mayor que la del acero al carbono. Por ejemplo, los vagones de mercancías fabricados con aceros de baja aleación pueden transportar cargas más grandes porque sus paredes son más delgadas que lo necesario, en caso de emplear acero al carbono. Además, como los vagones de acero de baja aleación pesan menos, las cargas pueden ser más pesadas. En la actualidad se construyen muchos edificios con estructuras de aceros de baja aleación. Las vigas pueden ser más delgadas sin disminuir su resistencia, logrando un mayor espacio interior en los edificios.

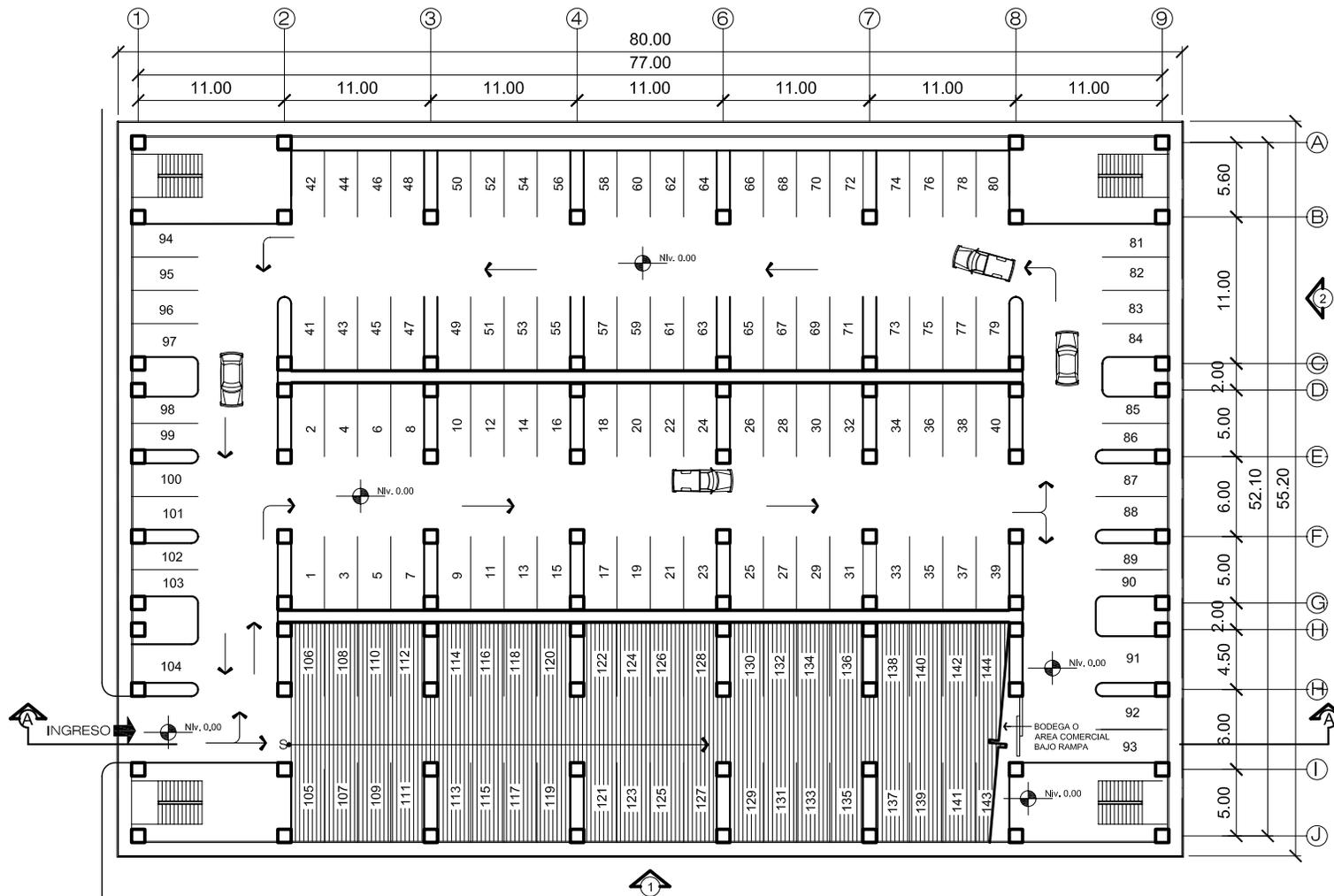


UBICACIÓN DE LA PROPUESTA:



F Ubicación de la Propuesta Arquitectónica de Estacionamiento



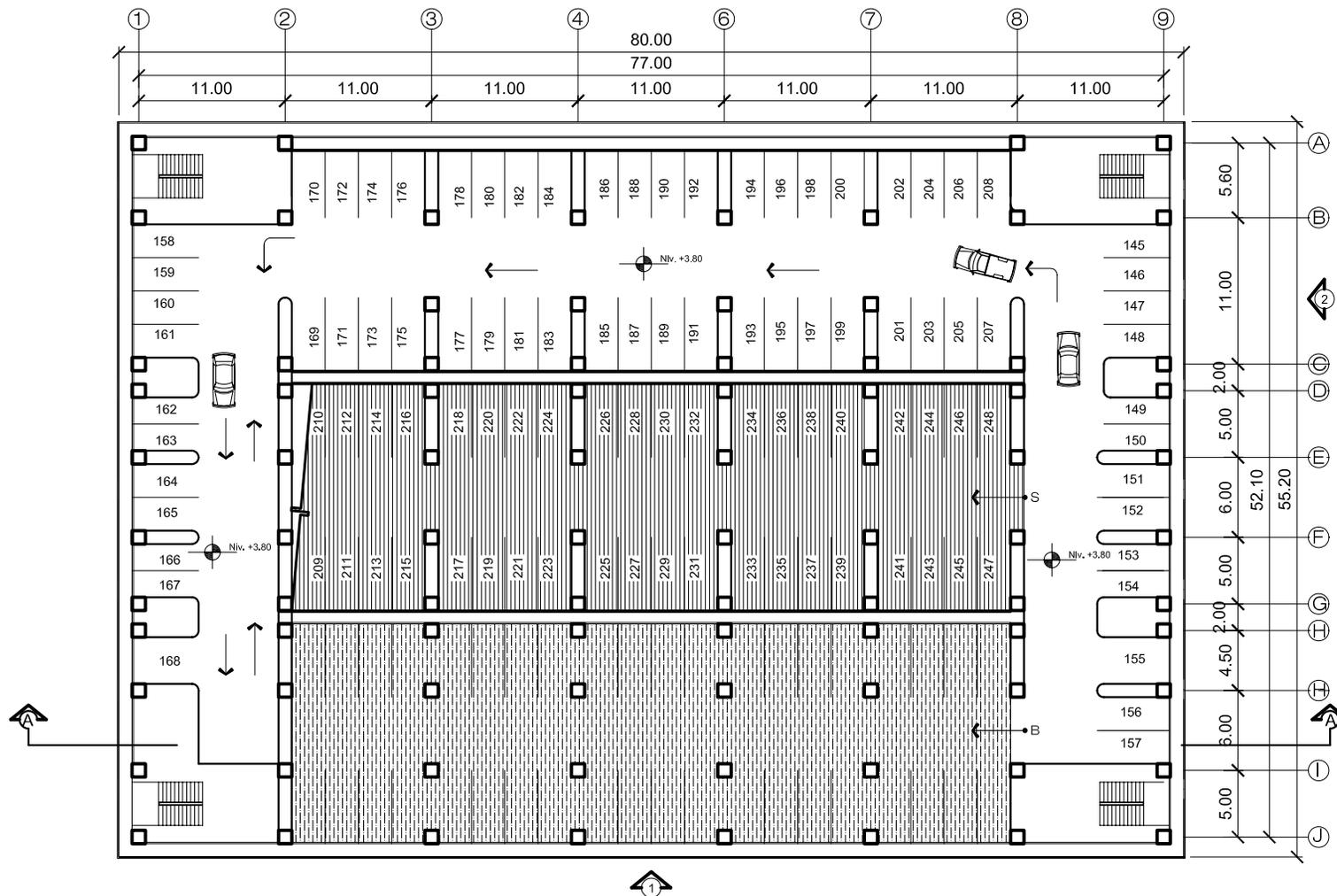


Edificio de Estacionamientos

Planta 1er Nivel 144 plazas

esc 1/500

José Humberto Figueroa Gálvez

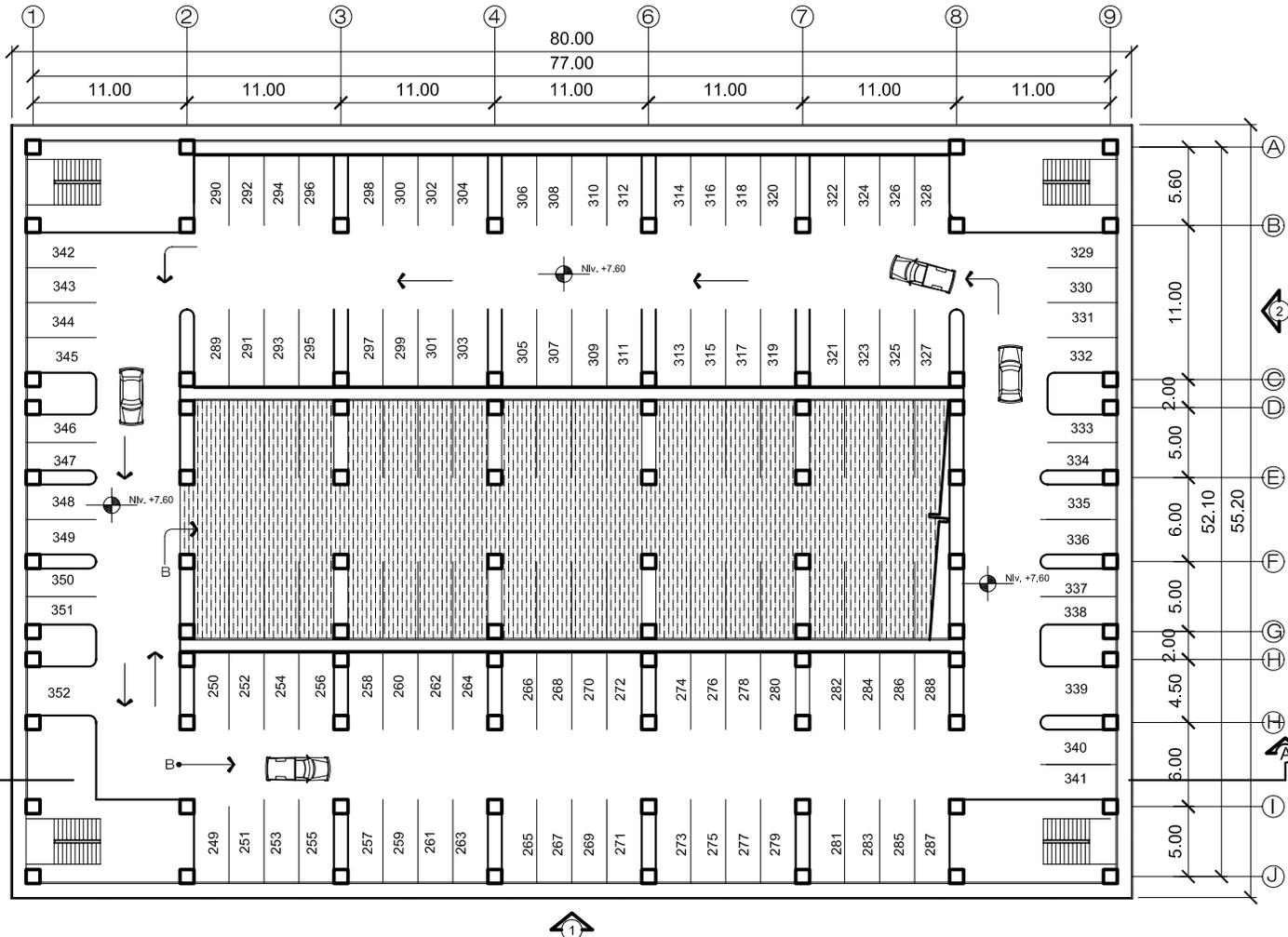


Edificio de Estacionamientos

Planta 2do Nivel 104 plazas

esc 1/500

José Humberto Figueroa Gálvez

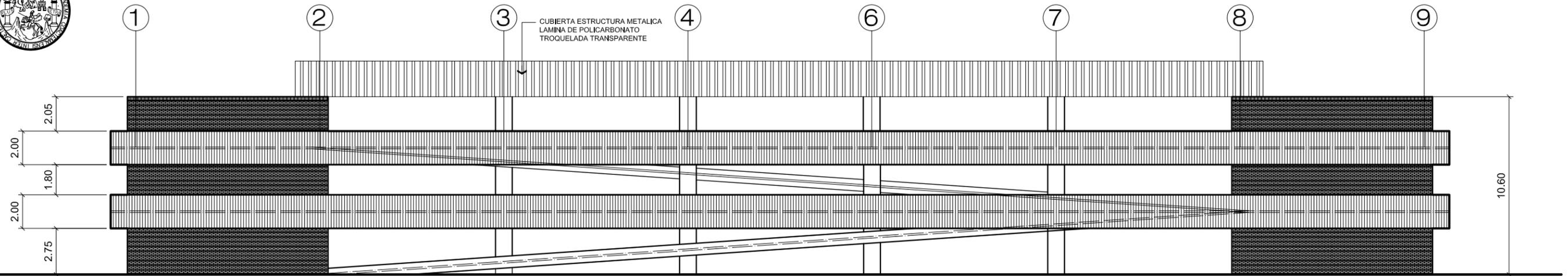


Edificio de Estacionamientos

Planta 3er Nivel 104 plazas
 Total 3 niveles 352 plazas

esc 1/500

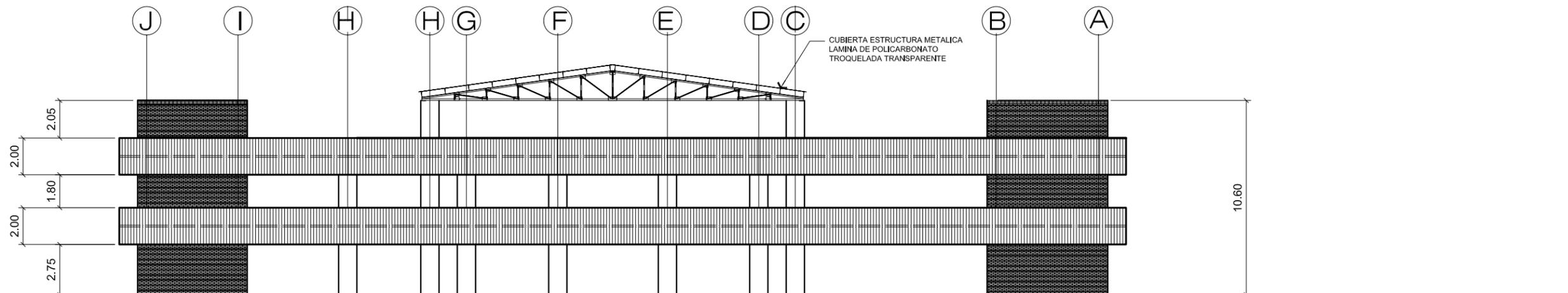
José Humberto Figueroa Gálvez



Edificio de Estacionamientos

Elevación 1

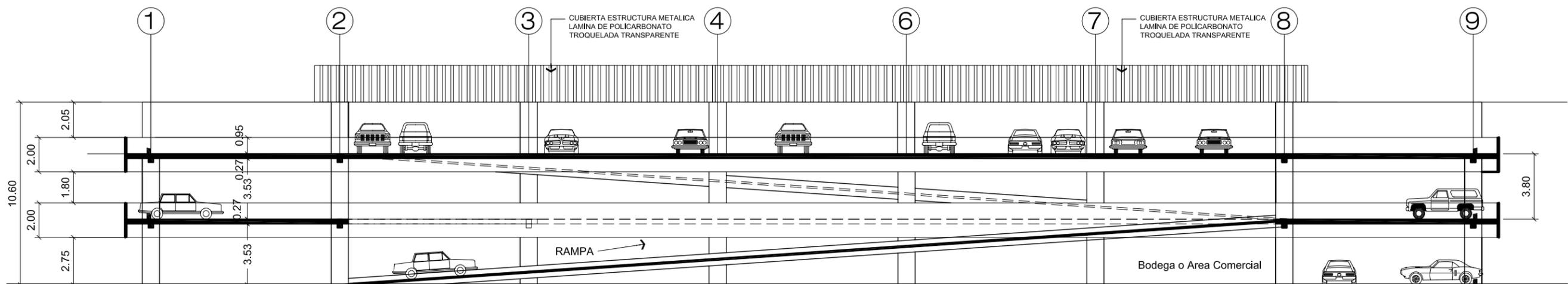
esc 1/250



Edificio de Estacionamientos

Elevación 2

esc 1/250



Edificio de Estacionamientos

Sección A-A

esc 1/250

José Humberto Figueroa Gálvez



**VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**



Edificio de Estacionamientos

Vista Exterior

José Humberto Figueroa Gálvez



**VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**



Edificio de Estacionamientos

Vista Interior

José Humberto Figueroa Gálvez



ANEXOS:

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT)

PRIMERO: ORDENANZA:

- * **Los objetivos y políticas del POT**
- * **La vigencia futura y su jerarquización**
- * **Parámetros aplicables a las zonas urbanas generales**
- * **Parámetros aplicables a las zonas urbanas especiales**
- * **El mapa único los requisitos de equipamiento para planes maestros**
- * **Los requisitos de equipamiento para planes maestros**
- * **Los requisitos de estacionamientos**
- * **Las tablas de incentivos**

Segunda Ordenanza:

Reglamento de Ordenamiento Territorial (ROT)

Tercero: Planes Locales de Ordenamiento Territorial (PLOTs)

Cuarto: Planes Maestros (PMs)

Quinto: Ordenanza Complementaria de Ordenamiento Territorial (COT)

GLOSARIO:

ACERO: aleación de hierro que contiene entre un 0,04 y un 2,25% de carbono y a la que se añaden elementos como níquel, cromo, manganeso, silicio o vanadio, entre otros. Las propiedades físicas del acero y su comportamiento a distintas temperaturas varían según la cantidad de carbono y su distribución en el hierro. Antes del tratamiento térmico, la mayor parte de los aceros son una mezcla de tres sustancias: la ferrita, blanda y dúctil; la cementita, dura y frágil; y la perlita, una mezcla de ambas y de propiedades intermedias. Cuanto mayor es el contenido en carbono de un acero, menor es la cantidad de ferrita y mayor la de perlita: cuando el acero tiene un 0.8% de carbono, está compuesto por perlita. El acero con cantidades de carbono aún mayores es una mezcla de perlita y cementita. Al elevar la temperatura del acero, la ferrita y la perlita se



TRANSFORMAN EN AUSTENITA, QUE TIENE LA PROPIEDAD DE DISOLVER TODO EL CARBONO LIBRE PRESENTE EN EL METAL. SI EL ACERO SE ENFRÍA DESPACIO, LA AUSTENITA VUELVE A CONVERTIRSE EN FERRITA Y EN PERLITA, PERO SI EL ENFRIAMIENTO ES REPENTINO, LA AUSTENITA SE CONVIERTE EN MARTENSITA, DE DUREZA SIMILAR A LA FERRITA, PERO CON CARBONO EN DISOLUCIÓN SÓLIDA.

CONGESTIONAR: OBSTRUIR O ENTORPECER EL PASO, LA CIRCULACIÓN O EL MOVIMIENTO DE ALGO.

DIAGRAMA DE FLUJO DIAGRAMA SECUENCIAL EMPLEADO EN MUCHOS CAMPOS PARA MOSTRAR LOS PROCEDIMIENTOS DETALLADOS QUE SE DEBEN SEGUIR AL REALIZAR UNA TAREA, COMO UN PROCESO DE FABRICACIÓN. TAMBIÉN SE UTILIZAN EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS, COMO POR EJEMPLO EN ALGORITMOS. LOS DIAGRAMAS DE FLUJO SE USAN NORMALMENTE PARA SEGUIR LA SECUENCIA LÓGICA DE LAS ACCIONES EN EL DISEÑO DE PROGRAMAS DE COMPUTADORAS.

ELASTICIDAD: (economía), CAPACIDAD DE REACCIÓN DE UNA VARIABLE EN RELACIÓN CON CAMBIOS EN OTRA. ESTE TÉRMINO MIDE LA VARIACIÓN PORCENTUAL QUE EXPERIMENTA UNA AL CAMBIAR OTRA. ESTAS VARIABLES SON CUANTITATIVAS. SE RECURRE A ESTE CONCEPTO, ACUÑADO POR ALFRED MARSHALL, PARA EXAMINAR LA RELACIÓN ENTRE PRECIOS Y DEMANDA, O ENTRE DIVERSOS FACTORES QUE CONCIERNEN Y AFECTAN A LA PRODUCCIÓN.

EXISTEN DIVERSAS TÉCNICAS PARA MEDIR LA ELASTICIDAD. LA ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA MIDE CÓMO LA VARIACIÓN (MARGINAL) DEL PRECIO DE UN BIEN, AFECTA A LA CANTIDAD DEMANDADA DE ESE BIEN, CUANDO TODOS LOS DEMÁS FACTORES PERMANECEN CONSTANTES. SE CALCULA DIVIDIENDO EL CAMBIO PORCENTUAL EN LA CANTIDAD DEMANDADA POR EL CAMBIO PORCENTUAL DEL PRECIO. POR EJEMPLO, SI EL PRECIO DE UN BIEN AUMENTA A 106 DESDE UN PRECIO BASE 100 (EL CAMBIO ES DEL 6%), Y LA CANTIDAD DEMANDADA CAE DE 100 A 90 (UNA REDUCCIÓN DEL 10%) LA ELASTICIDAD SERÁ IGUAL A 10/6, ES DECIR, 1,66. COMO EL RESULTADO ES SUPERIOR A 1 SE DICE QUE LA DEMANDA DEL BIEN ES ELÁSTICA RESPECTO AL PRECIO DEL MISMO, Y LA DEMANDA CAERÁ PROPORCIONALMENTE MÁS QUE EL AUMENTO DEL PRECIO; POR LO TANTO, AUNQUE EL PRECIO DEL BIEN HA AUMENTADO, EL GASTO TOTAL EN EL CONSUMO DE ESE BIEN DISMINUIRÁ. SI EL RESULTADO FUERA MENOR A 1, LA DEMANDA DEL BIEN NO SERÍA ELÁSTICA RESPECTO AL PRECIO, POR LO QUE LA DEMANDA DE ESE BIEN DISMINUIRÍA, PROPORCIONALMENTE, MENOS QUE EL AUMENTO DEL PRECIO; POR LO TANTO, EL GASTO TOTAL EN EL CONSUMO DE ESE BIEN AUMENTARÁ A PESAR DEL AUMENTO DEL PRECIO DEL MISMO.

LA ELASTICIDAD CRUZADA DEL PRECIO Y DE LA DEMANDA MIDE CÓMO EVOLUCIONA Y SE MODIFICA LA DEMANDA DE UN BIEN CUANDO CAMBIA EL PRECIO DE OTRO. LA ELASTICIDAD CRUZADA SE CALCULA DIVIDIENDO EL CAMBIO PORCENTUAL DE LA CANTIDAD DEMANDADA DEL BIEN *X* ANTE UNA VARIACIÓN PORCENTUAL DEL PRECIO DEL BIEN *Y*. SI LOS BIENES SON SUSTITUTIVOS (POR EJEMPLO, DISTINTAS MARCAS DE AUTOMÓVILES) EL AUMENTO DEL PRECIO DE LA MARCA *X* PUEDE AUMENTAR LAS VENTAS DE LA MARCA *Y*, POR LO QUE LA ELASTICIDAD CRUZADA SERÁ POSITIVA. SI LOS BIENES SON COMPLEMENTARIOS, POR EJEMPLO, LOS ORDENADORES O COMPUTADORAS Y EL *SOFTWARE*, EL AUMENTO DEL PRECIO DE UNO DISMINUIRÁ LAS VENTAS DEL OTRO, POR LO QUE LA ELASTICIDAD CRUZADA SERÁ NEGATIVA. SI LOS BIENES SON INDEPENDIENTES, POR EJEMPLO, TELÉFONOS Y CEPILLOS DE DIENTES, POR MUCHO QUE AUMENTE EL PRECIO DE UNO NO VARIARÁ LA DEMANDA DEL OTRO, POR LO QUE LA ELASTICIDAD CRUZADA SERÁ CERO.



La elasticidad demanda-renta mide cómo afectan las variaciones de la renta a la cantidad demandada de un bien. Se calcula dividiendo la variación porcentual de la demanda por la variación porcentual de la renta. Un producto tendrá una elasticidad demanda-renta superior a 1 cuando el incremento de la demanda es superior al incremento de la renta de los consumidores. Los bienes de lujo suelen tener una elasticidad demanda-renta muy elevada. Los bienes de baja calidad tienden a tener elasticidades demanda-renta negativas, ya que las personas dejan de comprar estos bienes cuando sus ingresos les permiten comprar otros de mayor calidad.

La elasticidad de sustitución registra la facilidad con la que se puede sustituir un factor de producción por otro; por ejemplo, utilizar más máquinas y menos trabajadores. Si los salarios aumentan más que el coste de las máquinas, la elasticidad de sustitución será positiva. Habrá situaciones en las que no se pueda realizar esta sustitución: por ejemplo, cuando la fábrica está mecanizada; en este caso, la elasticidad será cero. La relación marginal de sustitución técnica (RMST) de un factor productivo por otro, mide la cantidad de un determinado factor productivo que hay que añadir al proceso de producción para mantener constante el producto obtenido, a pesar de la disminución infinitesimal de otro factor de producción.

ESTACIONAMIENTO: Acción y efecto de estacionar o estacionarse. Se usa especialmente hablando de los vehículos. || 2. Lugar o recinto reservado para estacionar vehículos. || 3. Lugar donde puede estacionarse un automóvil.

EXTERNALIDAD: Perjuicio o beneficio, experimentado por un individuo o una empresa a causa de acciones ejecutadas por otras personas o entidades.

XORMIGÓN ARMADO: En la mayoría de los trabajos de construcción, el xormigón se refuerza con armaduras metálicas, sobre todo de acero; este xormigón reforzado se conoce como 'xormigón armado'. El acero proporciona la resistencia necesaria cuando la estructura tiene que soportar fuerzas longitudinales elevadas. El acero que se introduce en el xormigón suele ser una malla de alambre o barras sin desbastar o trenzadas. El xormigón y el acero forman un conjunto que transfiere las tensiones entre los dos elementos.

El xormigón pretensado ha eliminado muchos obstáculos en cuanto a la envergadura y las cargas que soportan las estructuras de xormigón para ser viables desde el punto de vista económico. La función básica del acero pretensado es reducir las fuerzas longitudinales en ciertos puntos de la estructura. El pretensado se lleva a cabo tensando acero de alta resistencia para inducir fuerzas de compresión al xormigón. El efecto de esta fuerza de compresión es similar a lo que ocurre cuando queremos transportar una fila de libros horizontalmente; si aplicamos suficiente presión en los extremos, inducimos fuerzas de compresión a toda la fila, y podemos levantar y transportar toda la fila, aunque no se toquen los libros de la parte central.



Estas fuerzas compresoras se inducen en el hormigón pretensado a través de la tensión de los refuerzos de acero antes de que se endurezca el hormigón, aunque en algunos casos el acero se tensa cuando ya se ha secado. En el proceso de pretensado, el acero se tensa antes de verter el hormigón. Cuando el hormigón se ha endurecido alrededor de estos refuerzos tensados, se sueltan las barras de acero; éstas se encogen un poco e inducen fuerzas de compresión al hormigón. En otros casos, el hormigón se vierte alrededor del acero, pero sin que entre en contacto con él; cuando el hormigón se ha secado se ancla un extremo del refuerzo de acero al hormigón y se presiona por el otro extremo con gatos hidráulicos. Cuando la tensión es la requerida, se ancla el otro extremo del refuerzo y el hormigón queda comprimido.

INFRACCIÓN DE TRÁFICO: toda trasgresión de la normativa sobre circulación de vehículos. Aunque las infracciones que merecen mayor atención para el Derecho son, por su frecuencia, las cometidas por los conductores de vehículos de motor (pues la generalización del tráfico de tales vehículos hace que esta forma de tránsito sea la más genuina expresión de la libertad de circulación de los ciudadanos), no dejan de requerir atención tampoco las infracciones cometidas por quienes manejan otros vehículos de transporte terrestre, ya sea por tracción humana (bicicletas, de un modo destacado), ya sea por tracción animal (carros o carretas tiradas por caballos, por ejemplo), e incluso, como no podía ser menos, las infracciones de los peatones.

La legislación en materia de infracciones constituye una manifestación importante de la potestad reglamentaria, pues junto a las leyes de seguridad vial y de circulación, la compleja normativa de ordenación del tráfico de vehículos y personas en las vías urbanas e interurbanas no suele tener carácter de ley, sino de reglamento. Ello ha generado en muchos países la polémica acerca de la graduación y cuantía de las sanciones, pues, por una parte, no son pocas las Constituciones Políticas que reconocen la potestad sancionadora de la Administración (posibilidad de que las multas y sanciones no yengan establecidas por ley, sino decretadas por la Administración), pero, por otra, no parece muy ortodoxo que una norma emanada de la Administración prevea multas y sanciones económicas superiores a las que para los mismos actos puedan establecer las leyes penales.

Cuando una infracción de tráfico sea, al mismo tiempo, constitutiva de delito o falta tipificados en la ley penal, los sistemas jurídicos suelen preferir que la administración se abstenga de continuar el procedimiento sancionador, que sólo podrá continuar una vez los tribunales penales hayan dictaminado sobre la responsabilidad criminal.

Otra cuestión cuya legalidad es muy discutida en la actualidad hace referencia a los controles de alcoholemia que se practican en algunos países: algunas legislaciones prevén la inmediata inmovilización del vehículo si el conductor se niega a que se le practique el control de alcoholemia, y ello aunque no haya existido señal o signo alguno de actitud de peligro o riesgo para la circulación.



Por último, no son pocos los sistemas jurídicos que, en el caso de que la infracción haya sido cometida por persona distinta de la que en los registros administrativos de tráfico aparezca como titular del vehículo, prevén el establecimiento de la sanción o multa contra dicho propietario, si no identifica al conductor que cometió la infracción. Esta práctica administrativa es cuestionable desde el punto de vista legal.

INFRAESTRUCTURA: parte de una construcción que esta bajo el nivel del suelo. Conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera.

MERCADO: La teoría del lugar central también tiene en cuenta la distancia que los individuos están dispuestos a recorrer para obtener un servicio (alcance). Esta distancia, a la que se denomina alcance del producto o alcance del servicio, determina la extensión del área de mercado de un asentamiento, es decir, la zona de influencia (hinterland), donde reside la mayoría de la gente que hace uso de los servicios de ese área. Cuanto más alto sea el orden de un lugar central, mayor es su alcance. Por lo tanto, los lugares en los que sólo se realicen funciones de orden inferior tendrán un área de mercado limitada y sus residentes necesitarán trasladarse a lugares centrales de orden superior, para obtener servicios de esa categoría.

Christaller ^{6/} estableció que, en las zonas llanas con asentamientos diseminados de manera uniforme (llanuras isotrópicas), las áreas de mercado son hexagonales y los asentamientos se encuentran en el centro de los hexágonos. Esto se debe a que los hexágonos se entrelazan limpiamente, sin solapamientos, mientras que una estructura circular dejaría sin servicio a algunas zonas. Sin embargo, lo que ocurre habitualmente es que los asentamientos son de distintos órdenes y aquellos de órdenes superiores compiten por abarcar a los de órdenes inferiores dentro de sus áreas de mercado. Por este motivo, pueden establecerse diversos patrones de asentamientos en estructuras hexagonales, un tanto complicados en ocasiones. Suponiendo que existan sólo dos órdenes de lugares centrales —en lugar de los siete que había establecido Christaller—, los asentamientos de orden superior se hallarán en el centro de

^{6/} ENCICLOPEDIA ENCARTA 2007, MICROSOFT

los hexágonos de sus zonas de mercado adyacentes. De acuerdo con la teoría de Christaller, estarán rodeados por seis asentamientos de orden inferior ubicados conforme a tres patrones principales. En el primer modelo, los lugares centrales de orden inferior podrían estar situados en los seis puntos del hexágono que circunda el lugar central de orden superior; si el paisaje formara una estructura de panal con los hexágonos contiguos, esto supondría que los tres lugares centrales de orden superior vecinos competirían por cada lugar de orden inferior. En el segundo modelo, los lugares centrales de orden inferior podrían estar situados en el centro de los lados del hexágono, lo que significaría que estarían



dentro de las áreas de mercado de los dos lugares centrales de orden superior adyacentes. Por último, es posible que todos los lugares centrales de orden inferior estuvieran contenidos en los hexágonos del área de mercado de los lugares centrales de orden superior.

MÓDULO DE ELASTICIDAD: (física), propiedad de un material que le hace recuperar su tamaño y forma original después de ser comprimido o estirado por una fuerza externa. Cuando una fuerza externa actúa sobre un material causa un esfuerzo o tensión en el interior del material que provoca la deformación del mismo. En muchos materiales, entre ellos los metales y los minerales, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo. Esta relación se conoce como ley de Hooke, así llamada en honor del físico británico Robert Hooke, que fue el primero en expresarla. No obstante, si la fuerza externa supera un determinado valor, el material puede quedar deformado permanentemente, y la Ley de Hooke ya no es válida. El máximo esfuerzo que un material puede soportar antes de quedar permanentemente deformado se denomina límite de elasticidad.

La relación entre el esfuerzo y la deformación, denominada módulo de elasticidad, así como el límite de elasticidad, están determinados por la estructura molecular del material. La distancia entre las moléculas de un material no sometido a esfuerzo depende de un equilibrio entre las fuerzas moleculares de atracción y repulsión. Cuando se aplica una fuerza externa que crea una tensión en el interior del material, las distancias moleculares cambian y el material se deforma. Si las moléculas están firmemente unidas entre sí, la deformación no será muy grande, incluso con un esfuerzo elevado. En cambio, si las moléculas están poco unidas, una tensión relativamente pequeña causará una deformación grande. Por debajo del límite de elasticidad, cuando se deja de aplicar la fuerza, las moléculas vuelven a su posición de equilibrio y el material elástico recupera su forma original. Más allá del límite de elasticidad, la fuerza aplicada separa tanto las moléculas que no pueden volver a su posición de partida, y el material queda permanentemente deformado o se rompe. Véase también Ciencia y tecnología de los materiales: Propiedades mecánicas de los materiales. 7/

7/ ENCICLOPEDIA ENCARTA 2007, MICROSOFT

PLANIFICACIÓN URBANA: En un plano, lo primero que llama la atención es su forma: es raro que sea homogénea, es decir, con un solo tipo de organización urbanística; y normal que sea heterogénea, es decir, con distintos tipos de plano, unas veces ejemplo de cierta planificación urbanística, otras veces reflejo de su ausencia. Normalmente conviene analizar un plano heterogéneo, primero, dividiéndolo en zonas que tengan una morfología homogénea y, después, explicando la morfología (ortogonal, concéntrica, lineal...) de cada una de esas zonas y describiendo su situación relativa dentro de la ciudad y cuáles son sus características singulares.



EL ESTUDIO DEL PLANO PERMITE CONOCER CÓMO ES UNA CIUDAD, PUES MUESTRA EL ASPECTO ACTUAL DE LA CIUDAD: ESPACIOS EDIFICADOS Y NO EDIFICADOS; ZONAS VERDES, RÍOS Y ESTANQUES; MONUMENTOS HISTÓRICOS; ALGUNOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE INTERÉS; Y LA RED E INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE (ESTACIONES DE FERROCARRIL, PUERTOS, AEROPUERTOS...).

TAMBIÉN EL PLANO URBANO SIRVE PARA DEDUCIR EL ORIGEN Y LA EVOLUCIÓN DE LA CIUDAD A LO LARGO DEL TIEMPO. Además de la disposición de las vías y las edificaciones, los nombres de las calles y plazas permiten conocer la historia de una ciudad: algunos nombres antiguos surgieron de forma espontánea y, a menudo, hacían referencia a las características del terreno o al lugar a donde conducían otros aluden a parte del camino que comunicaba una ciudad con otra (avenida de Petapa), a familias insignes que vivían en esa calle, a un edificio público que flanqueaba un espacio abierto (Portal del comercio), a oficios que se realizaban en una o varias de sus casas, o simplemente respondían a un elemento llamativo y diferenciador de esa calle, como un árbol o un manantial (calle del Amate).

En casi todas las ciudades fundadas hace siglos se pueden diferenciar tres partes evolutivas que el plano urbano refleja: el casco antiguo o histórico, que es el núcleo primitivo de la ciudad, a veces también llamado 'almendra central', que pudo estar delimitado por una muralla y suele presentar un plano irregular y apenas espacios abiertos; los ensanches del siglo XIX y principios del XX, planificados, que presentan un plano ortogonal y algunos espacios verdes; y las afueras o periferia, áreas más modernas que avanzan sobre el espacio rural y suelen reflejar un plano regular, en caso de haberse originado en los últimos tiempos, o irregular, si fueron incorporados pequeñas ciudades y pueblos próximos a la nueva gran ciudad que creció y los absorbió.

SALARIO MÍNIMO: cantidad fija que se paga, debido a una negociación colectiva o bien a una ley gubernamental, y que refleja el salario más bajo que se puede pagar para las distintas categorías profesionales. En general, el establecimiento de un salario mínimo no anula el derecho de los trabajadores a demandar salarios superiores al mínimo establecido. El método para establecer un salario mínimo mediante una negociación colectiva adolece, sin embargo, de una seria limitación, puesto que los acuerdos derivados de la negociación colectiva sólo afectan a los trabajadores de una determinada fábrica, profesión, industria o área geográfica, y por lo tanto resulta inadecuado en aquellos casos en los que la tasa salarial predominante en todo un país ha caído hasta niveles demasiado bajos. Al darse cuenta de este fallo, los sindicatos de varios países empezaron, ya desde la década de 1890, a pedir a los gobiernos que desarrollaran programas de salarios mínimos, logrando que se aprobaran leyes regulando dichos salarios.

La primera ley relativa a salarios mínimos se promulgó en Nueva Zelanda en 1894. Otra ley, promulgada en el Estado de Victoria en 1896, establecía mesas de negociación de salarios, en las que los trabajadores y los empresarios tenían el mismo número de representantes para fijar salarios mínimos de obligado cumplimiento. Esta innovadora ley sirvió de modelo al British Trade Boards Act de 1909. 8/



En la actualidad, muchos países tienen leyes de salarios mínimos, pero son más los que tienen salarios mínimos en función de las distintas profesiones. Gran Bretaña es uno de los pocos países que se ha resistido a establecer salarios mínimos. El principal argumento contra los salarios mínimos es que se pueden volver en contra de aquellos a los que pretenden proteger, al reducir el número de puestos de trabajo para personas con poca calificación. Los que critican este tipo de salarios señalan los grandes excedentes laborales existentes en los países en vías de desarrollo, y temen que las legislaciones sobre salario mínimo aumentarán las tasas de desempleo o desocupación de los países desarrollados.

SEGURIDAD VIAL: Reducción del riesgo de accidentes y lesiones en las carreteras, lograda a través de enfoques multidisciplinarios que abarcan ingeniería vial y gestión del tráfico, educación y formación de los usuarios de las carreteras y diseño de los vehículos.
Contingencia todos los derechos.

CONTINGENCIA: parte que cada uno paga o pone cuando son muchos quienes contribuyen para un mismo fin.

VIALIDAD: Conjunto de servicios pertenecientes a la vía pública.

8/ ENCICLOPEDIA ENCARTA 2007, MICROSOFT

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Maya de Estudiantes Universitarios, AMEY, Ciudad de Guatemala, García Ruiz Jesús, La Universidad a las Puertas del Tercer Milenio, 1998.
2. Cayo Vargas Belarmino, Elaboración de Proyectos de Investigación, 1999.
3. Centro de Estudios Urbanos, CEUR Universidad de San Carlos de Guatemala, Taller sobre la Problemática Universitaria año 2000.
4. Constitución Política de la República de Guatemala.



5. **Departamento de Registro y Estadística, Universidad de San Carlos de Guatemala, Catalogo de Estudios 1986 – 2000 Folleto.**
6. **Diario La Hora, Rectoría asume control total de parqueos en la Universidad de San Carlos de Guatemala, noviembre de 2005.**
7. **Dirección de Planificación, Municipalidad de Guatemala, Plan de Desarrollo Metropolitano EDOM, 1972 – 2000.**
8. **Dirección de Planificación, Municipalidad de Guatemala, Reglamento Urbano para la Ciudad de Guatemala.**
9. **Dirección General de Extensión Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Boletín Universitario No. 1 Plan Físico y Académico de la Ciudad Universitaria, Alero 1971.**
10. **EDUCARED, Educación Vial, España 2007.**
11. **ENCARTA, Enciclopedia Encarta 2007, Microsoft Corporation.**
12. **El Periódico, Opinión de los Lectores, Universidad de San Carlos de Guatemala, cambio de vías, febrero 2005.**
13. **FUNDEVI, Especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales, segunda edición, marzo 2004.**
14. **LA GACETA No. 13, Acuerdo de Consejo Universitario SCU-196-2000 11/09/2000, Reglamento de Circulación y Estacionamiento de Vehículos en la Universidad Nacional Autónoma de México.**
15. **Marroquín Pacheco Omar, Proyecciones y Estimaciones de Población y Vehículos Demandados en la Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006.**
16. **Neufert Ernest, El Arte de Proyectar en Arquitectura, Editorial Gustavo Gil, Barcelona 1980.**
17. **Plan Maestro Vial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Campus Central, Informe Final, Ingenieros Viales 2007.**
18. **Secretaría de Integración Centroamericana, SIECA, Manual Centroamericano de dispositivos, catálogos y señales, 2006.**
19. **Secretaría de Integración Centroamericana, SIECA, Manual Centroamericano de control de tránsito, 2006.**
20. **Secretaría de Integración Centroamericana, SIECA, Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras 2006.**
21. **Secretaría de Integración Centroamericana, SIECA, Manual Centroamericano, Resumen Técnico.**
22. **Universidad de Buenaventura, Medellín Colombia, Elaboración de los Proyectos de Investigación, Coordinación General de Postgrados, Medellín 2001.**
23. **Universidad de San Carlos de Guatemala, Recopilación de Leyes y Reglamentos Universitarios 1993.**
24. **Universidad del Valle de Colombia, Etapas de un Proyecto de Investigación, 2004.**
25. **Universidad Nacional Autónoma de México, Causas de la congestión vehicular y estrategias para abatirla, Capítulo 1, página 6, 2004.**
26. **Universidad Nacional Autónoma de México, El congestionamiento vehicular y costo del tiempo, Capítulo 3, página 34, 2004.**
27. **Universidad Nacional Autónoma de México, La Economía de la congestión, la congestión como externalidad, Capítulo 2 página 29, 2004.**

