



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**PLANIFICACIÓN VIAL EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Luis Augusto García Betancourt**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN VIAL EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS AUGUSTO GARCÍA BETANCOURT**  
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADOR	Ing. Dario Francisco Lucas Mazariegos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PLANIFICACIÓN VIAL EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 6 de junio de 2016.



**Luis Augusto García Betancourt**

Guatemala, 6 de marzo de 2018

Ingeniero  
Guillermo Francisco Melini Salguero  
Escuela de Ingeniería Civil

Estimado ingeniero:

Yo, Luis Gregorio Alfaro Veliz, guatemalteco, mayor de edad, que me identifico con numero de DPI 1644-62767-0101 extendido por el Registro Nacional de las Personas, Ciudad de Guatemala, Ingeniero Civil con número de colegiado activo **5383**, egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Teniendo experiencia laboral como asesor, supervisor del EPS de la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala entre otras, actualmente asesoro al estudiante Luis Augusto García Betancourt con su trabajo de graduación titulado:

**“PLANIFICACIÓN VIAL EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA”**

Solicitando por este medio dicho trabajo de graduación sea llevado al proceso de revisión correspondiente, ya que el estudiante ha logrado concluir exitosamente su trabajo de graduación.



---

**Luis Gregorio Alfaro Véliz**  
Ingeniero Civil  
Colegiado No. 5383

*Luis G. Alfaro Veliz*  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIADO 5383



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 10 de mayo de 2018

Ingeniero  
 Hugo Leonel Montenegro Franco  
 Director Escuela Ingeniería Civil  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad de San Carlos

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN VIAL EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Augusto Garcia Betancourt, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

*Guillermo Melini*

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salgado  
 Jefe Del Departamento de Planeamiento



**FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 PLANEAMIENTO  
 U S A C**

/mrrm.



*Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua*





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Luis Augusto García Betancourt PLANIFICACIÓN VIAL EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio 2018

/mmm.

*Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua*



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

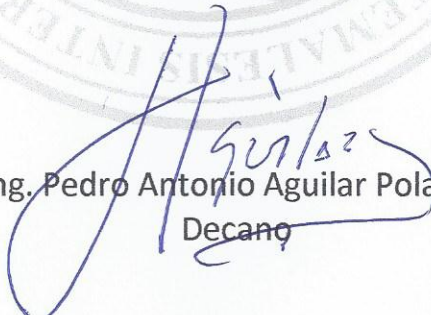


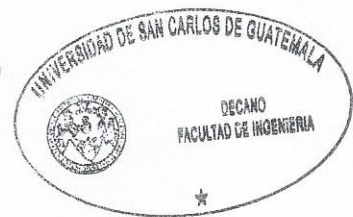
Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 260.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PLANIFICACIÓN VIAL EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Augusto García Betancourt**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, julio de 2018

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mis padres</b>	Dora Betancourt y Jorge García, por sus enseñanzas, cariño y apoyo incondicional
<b>Mis tíos</b>	Carlos, Ondina y Susana Betancourt y Mario Castellanos, por cuidarme como a un hijo y exigirme ser mejor cada día.
<b>Mi hermana</b>	Andrea García, por cuidarme y apoyarme en todos los proyectos de mi vida.
<b>Mi hermano</b>	Jorge García, por acompañarme y orientarme durante mi carrera.
<b>Mis abuelos</b>	Carlota Larios, Mario Osberto Betancourt y Carmen Díaz, por su amor incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mi asesor**

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz, por apoyarme y brindarme sus conocimientos en la elaboración de este trabajo de graduación.

### **Mis amigos**

Por apoyarme y estar conmigo siempre que los necesité.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. HISTORIA DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .....	1
1.1. Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y sus diversas sedes .....	1
1.1.1. Universidad Real y Pontificia.....	1
1.1.2. Academia de Ciencias .....	2
1.1.3. Universidad Pontificia .....	2
1.1.4. La universidad durante la reforma liberal .....	3
1.1.5. La universidad después de la revolución .....	4
1.2. Construcción de la ciudad universitaria .....	4
1.2.1. Planificación número uno .....	5
1.2.2. Planificación número dos.....	5
1.2.3. Planificación número tres .....	6
1.2.4. Planificación número cuatro .....	7
1.2.5. Planificación número cinco .....	8
2. VÍAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD.....	9
2.1. Acceso por la avenida Petapa .....	9
2.1.1. Información general .....	9

2.2.	Acceso por el anillo Periférico .....	10
2.2.1.	Información general .....	10
2.3.	Diagnóstico de la situación actual en accesos universitarios ..	11
3.	PARQUEOS DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .....	25
3.1.	Parqueos existentes .....	25
3.2.	Demanda de parqueos actual.....	28
3.3.	Parqueos de las facultades del campus central.....	35
3.3.1.	Parqueos, Facultad de Agronomía.....	38
3.3.2.	Parqueos, Facultad de Arquitectura.....	38
3.3.3.	Parqueos, Facultad de Ciencias Económicas.....	39
3.3.4.	Parqueos, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales .....	40
3.3.5.	Parqueos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.....	40
3.3.6.	Parqueos, Calusac .....	41
3.3.7.	Parqueos, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura .....	41
3.3.8.	Parqueos, Facultad de Humanidades .....	41
3.3.9.	Parqueos, Facultad de Ingeniería .....	42
3.3.10.	Parqueos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia .....	42
3.3.11.	Parqueos, Facultad de Odontología.....	43
3.3.12.	Parqueos EFPEM.....	43
3.4.	Demanda de parqueos por unidad académica .....	44



4.	TRÁNSITO DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.....	47
4.1.	Situación actual.....	47
4.1.1.	Infraestructura.....	47
4.1.2.	Afluencia vehicular.....	47
4.1.3.	Horarios de mayor afluencia vehicular .....	50
4.1.4.	Medidas actuales para ordenamiento vial .....	51
4.2.	Población universitaria.....	52
5.	PROPUESTA VIAL .....	53
5.1.	Mejora de la infraestructura .....	53
5.1.1.	Acceso por el anillo periférico.....	53
5.1.2.	Acceso por la avenida Petapa.....	54
5.1.3.	Parqueos del campus central .....	55
5.1.4.	Construcción de otro acceso universitario .....	57
5.1.5.	Construcción de pasarelas .....	58
5.2.	Mejoras en la viabilidad .....	60
5.2.1.	Creación de policía de tránsito universitario .....	60
5.2.2.	Cambio en las vías del periférico universitario.....	61
5.2.3.	Carril reversible periférico universitario .....	65
	CONCLUSIONES .....	67
	RECOMENDACIONES.....	69
	BIBLIOGRAFÍA.....	71



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ingreso al campus.....	19
2.	Egreso del campus .....	20
3.	Comparación, ingresos y egresos del campus .....	21
4.	Vehículos dentro del campus .....	22
5.	Aglomeración de facultades con alta población estudiantil.....	45
6.	Cantidad de automotores en el departamento de Guatemala .....	48
7.	Propuesta de parqueos EFPEM.....	57
8.	Propuesta de egreso universitario.....	58
9.	Propuesta de pasarelas en el acceso por el periférico .....	59
10.	Propuesta de pasarelas en el acceso por la avenida Petapa.....	60
11.	Propuesta de reordenamiento vial.....	63

### TABLAS

I.	Ingresos, egresos y flujo vehicular, 16 de enero de 2017.....	12
II.	Ingresos, egresos y flujo vehicular, 20 de enero de 2017.....	13
III.	Ingresos, egresos y flujo vehicular, 26 de enero de 2017.....	13
IV.	Ingresos, egresos y flujo vehicular, 1 de febrero de 2017 .....	14
V.	Ingresos, egresos y flujo vehicular, 11 de febrero de 2017 .....	15
VI.	Ingresos, egresos y flujo vehicular, 14 de febrero de 2017 .....	15
VII.	Ingresos, egresos y flujo vehicular, 22 de febrero de 2017 .....	16
VIII.	Ingresos, egresos y flujo vehicular, 28 de febrero de 2017 .....	17
IX.	Promedio ingresos, egresos y flujo vehicular .....	18

X.	Flujo vehicular dentro del campus.....	22
XI.	Cantidad de parqueos del campus.....	26
XII.	Horarios de atención en parqueos del campus.....	27
XIII.	Total de parqueos por mes 2016.....	29
XIV.	Parqueos, semana del 1 al 5 de febrero de 2017 .....	30
XV.	Parqueos, semana del 6 al 12 de febrero de 2017 .....	30
XVI.	Parqueos, semana del 13 al 19 de febrero de 2017 .....	31
XVII.	Parqueos, semana del 20 al 26 de febrero de 2017 .....	31
XVIII.	Parqueos, semana del 27 al 28 de febrero de 2017 .....	32
XIX.	Promedio semanal por día, febrero 2017 .....	32
XX.	Promedio semanal por parqueo, febrero 2017.....	33
XXI.	Relación demanda sobre capacidad semanal .....	34
XXII.	Estudiantes inscritos en sede central, Usac 2010-2017 .....	36
XXIII.	Distribución de parqueos por facultad .....	37
XXIV.	Unidades académicas con menor cantidad de parqueos disponibles en relación a número de estudiantes .....	44
XXV.	Cantidad de vehículos en ciudad de Guatemala.....	48
XXVI.	Crecimiento anual de vehículos en el departamento de Guatemala ....	49
XXVII.	Crecimiento anual de vehículos dentro del campus .....	50
XXVIII.	Porcentaje de vehículos que tienen acceso a carril reversible .....	61
XXIX.	Porcentaje de vehículos con acceso a carril reversible después de reordenamiento vial .....	64



## GLOSARIO

<b>Aparcar</b>	Colocar transitoriamente en un lugar específico carros u otro tipo de vehículos.
<b>Aglomeración</b>	Acto o resultado de reunir muchos elementos en un mismo espacio físico.
<b>Campus</b>	Conjunto de terrenos y edificios que pertenecen a una universidad; incluye bibliotecas, facultades, escuelas, aulas, residenciales estudiantiles, entre otros.
<b>Capacidad</b>	Recursos y actitudes disponibles que tiene un individuo, entidad o institución, para desempeñar una determinada tarea o cometido.
<b>Demanda</b>	Cantidad y calidad de bienes y servicios que se solicitan o desean de un determinado producto.
<b>Embotellamiento</b>	Congestión de vehículos o personas que impide circular por un lugar.
<b>Regresión</b>	También llamado ajuste, es un modelo matemático usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente y una variable independiente.
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala.



## RESUMEN

La constante tendencia de crecimiento poblacional en la ciudad capital y la necesidad de la población de movilizarse a sus actividades diarias, se ha visto reflejado en un aumento de automóviles transitando por sus calles, sumado a la falta de mejoras en la infraestructura, ha causado el aumento en el tráfico y la demanda de áreas de parqueo; tal es el caso del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala el cual por la diversidad de carreras y la búsqueda de superación de la población guatemalteca cuenta con un alto número de estudiantes, la gran cantidad de asistentes al campus central provoca un hacinamiento en determinadas horas dentro de sus instalaciones.

La falta de infraestructura para parqueos respecto a las demandas del campus causa que diversos parqueos sobrepasen su capacidad diaria; esto provoca que el tiempo de espera para ingresar a estos aumente también, la permanencia de los vehículos en el periférico universitario lo que dificulta el tránsito vehicular; esta es una de las principales causas del colapso en el flujo vehicular dentro del campus en horas pico. Otra de las razones primordiales es la falta de fluidez vehicular en los ingresos y egresos universitarios, esto debido a varios factores como el conflicto de carriles reversibles, el transitar peatonal, la ubicación del transporte público, la alta carga vehicular, entre otros.

Se realiza un diagnóstico de la situación actual del campus universitario con el fin de determinar los factores principales que afectan el transitar; entre las variables que se consideran están: demanda de parqueos, accesos universitarios, distribución de facultades, distribución de parqueos, cantidad de parqueos, entre otros.

Sobre los resultados del diagnóstico se proponen mejoras que buscan agilizar el transitar dentro del campus, en cuanto estas soluciones no representen un gasto considerable para la universidad.

Se logra determinar que existe la posibilidad de realizar un reordenamiento de los espacios físicos existentes para aumentar las áreas de parqueo y liberar la carga vehicular en las periferias universitarias, lo que beneficiaría a estudiantes, profesores, empleados administrativos y visitantes en general.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar la problemática del tránsito vehicular dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, basada en datos estadísticos reales obtenidos por medio de muestreos.

### **Específicos**

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual del campus universitario y sus parqueos.
2. Realizar un diagnóstico de los accesos universitarios y los problemas que presentan.
3. Determinar los factores que contribuyen al tráfico dentro del campus universitario.
4. Desarrollar una propuesta viable económicamente que contribuya a la aminoración del tráfico vehicular.



## INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la universidad más grande y antigua de Guatemala, esta fue la primera institución de educación superior en Centroamérica hasta el año de 1954; durante sus 340 años de existencia ha sufrido una serie de modificaciones en varios de sus ámbitos: enfoque religioso, sedes, facultades y escuelas.

En la actualidad, la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con 36 unidades académicas que se dividen en 10 facultades, 11 escuelas y 17 centros regionales; el campus central ubicado en la zona 12 capitalina es el centro regional con mayor importancia.

En la ciudad de Guatemala, el número de habitantes y la cantidad de vehículos representan dos variables que crecen constantemente; estas afectan directamente al campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala ya que las edificaciones y los parqueos no fueron creados para las condiciones actuales, esto crea varias problemáticas: tránsito y exceso de estudiantes por aula.

El objetivo principal de este estudio es identificar como afecta la sobrepoblación y el exceso de vehículos el transitar por el campus, también, los factores que interfieren en la viabilidad dentro del campus, mediante un estudio de campo y la recopilación de datos.

Con los resultados obtenidos se realizará un análisis para dar soluciones viables a corto plazo y que no representen un gasto económico alto para la universidad; con el cumplimiento de estos dos parámetros se garantiza que se realice la implementación de dichas soluciones.

# **1. HISTORIA DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

## **1.1. Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y sus diversas sedes**

La Universidad de San Carlos de Guatemala durante sus más de trescientos años de existencia ha pasado por diversas épocas, cada una de estas épocas con diferente ideología, infraestructura, directivas y nombres.

### **1.1.1. Universidad Real y Pontificia**

El 31 de enero de 1676, el monarca español Carlos II expide una real cédula en la cual da licencia para la creación de la Universidad en el Colegio de Santo Tomás de Aquino situado en la capital del Reino (actual Antigua Guatemala); dicha universidad fue la tercer universidad real y pública de la América hispánica.

La Universidad de San Carlos de Guatemala inició labores el 7 de enero de 1681 bajo el patrocinio de San Carlos Borromeo; inició con 7 cátedras. La sede de la Universidad se situó en la ciudad de Santiago de Guatemala hoy Antigua Guatemala desde 1681 hasta 1776 cuando el capitán ordenó el traslado de la ciudad al Valle de la Ermita; este traslado debido a los daños sufridos por los terremotos de Santa Marta de 1773, fue hasta 1777 que la universidad se trasladó a la denominada Guatemala de la Asunción tras ciertas disputas debidas al cambio de locación.

El director de la obra de la nueva sede de la universidad fue el maestro Bernardo Ramírez, la construcción inicio en 1779 en la cuadra setenta y nueve de la ciudad. Esta nueva edificación no fue terminada hasta 1856 debido a las diversas limitaciones económicas, conflictos armados y políticos que tuvieron lugar en Guatemala y el resto de países centroamericanos.

### **1.1.2. Academia de Ciencias**

Tras la independencia de América Central en 1821, existieron diversos cambios culturales e institucionales en Guatemala; tras la derrota de los conservadores y la expulsión de las órdenes regulares en 1829, la universidad quedó en suspenso; fue en 1834 siendo jefe del Estado de Guatemala el doctor Mariano Gálvez que se creó la Academia de Ciencias.

La academia se dividió en tres secciones:

- Ciencias físicas, matemáticas y médicas
- Ciencias eclesiásticas, morales y políticas
- Literatura y artes. Se removió por completo la educación religiosa

En 1940, el jefe de estado del gobierno conservador, Mariano Rivera Paz, suprimió por completo la educación del régimen liberal que incluyó la Academia de Estudios.

### **1.1.3. Universidad Pontificia**

Al final del gobierno conservador de Rafael Carrera en 1865 se cambió el nombre de la institución a Pontificia Universidad de San Carlos de Borromeo. Durante este periodo se reestableció la educación religiosa, los obispos y

ordinarios locales eran los encargados de la enseñanza en las universidades, colegios, escuelas públicas y demás establecimientos de instrucción.

En esta época egresaron varios universitarios impulsores del posterior período liberal que triunfó en 1871.

#### **1.1.4. La universidad durante la reforma liberal**

Después de la Revolución Liberal de 1871, en el primer documento de Justo Rufino Barrios denominado El Acta de Patzicía se dictamina que la educación primaria es laica, gratuita y obligatoria para toda la República de Guatemala. Seguidamente, en 1875 ya en función de Presidente de la República de Guatemala emite el decreto denominado *Ley orgánica de la instrucción superior*, que suprime la Pontificia Universidad de San Carlos de Borromeo y en su lugar crea la Universidad Nacional de Guatemala. Esta contaba con las facultades de Jurisprudencia, Ciencias Políticas y Sociales, Medicina y Farmacia, y de Ciencias Eclesiásticas. En esta universidad se crea por primera vez el Consejo Superior Universitario, comprendido por el rector, el vicerrector y los decanos de facultades. esta institución se vuelve una dependencia del gobierno.

En 1882 se emite la *Ley orgánica y reglamentaria de instrucción pública*, la cual busca la separación de la iglesia y la formación profesional. Se separa la educación media de la universidad, quedan en esta los grados de licenciado y doctor.

Durante este periodo se utilizaron diversos establecimientos para el funcionamiento de la universidad como la Escuela Normal, el Centro Cultural Universitario, el Paraninfo Universitario, entre otros.

La educación en Guatemala crece en esta época con la creación de diversos lugares de estudios. En 1873 se funda la Escuela Politécnica para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos. En 1892, se crea la Escuela Facultativa de Medicina de Occidente para que mayor parte de la población tuviera derecho a la educación. En 1922, la creación de la Universidad Popular pretendía que todas personas pudieran tener derecho al conocimiento.

### **1.1.5. La universidad después de la revolución**

El 20 de octubre de 1944 se le otorga la autonomía universitaria definitiva a la Universidad Nacional; el 11 de noviembre de ese año se emite el decreto que le otorga dicho derecho, así mismo, esta obtiene el nombre de Universidad de San Carlos de Guatemala; se dictamina que la universidad es para todos los miembros de la sociedad incluyendo a las mujeres y no únicamente para las élites.

## **1.2. Construcción de la ciudad universitaria**

Durante el rectorado del Dr. Carlos Martínez Durán (1945-1950), se nombra la comisión para la evaluación de terrenos para la construcción de la ciudad universitaria, esta comisión buscaba:

- Localización (segregado de la trama urbana)
- Extensión (no menor de 60 manzanas)
- Topografía (terreno plano)
- Accesibilidad (con respecto a la red vial de la ciudad)
- Distancia (distancia máxima de 8 kilómetros del parque central)



De acuerdo a lo anterior, se compraron durante este periodo 90 manzanas de terreno de la finca Sta. Elisa zona 12, donde se ubica actualmente la ciudad universitaria.

También, durante este periodo rectoral se proyectan las primeras dos planificaciones de la ciudad universitaria.

### **1.2.1. Planificación número uno**

Esta planificación no consideraba la expansión de cada uno de los edificios de las facultades a ubicarse dentro del complejo y manifestaba falta de conocimiento de las necesidades de cada facultad; dicha razón produjo que el Consejo Superior Universitario decidiera suspender la licitación.

La primera etapa de la construcción contemplaba los siguientes trabajos:

- Infraestructura: agua, luz, teléfonos, drenajes
- Zona a urbanizarse (trabajos preliminares)

### **1.2.2. Planificación número dos**

En 1949 se creó la Oficina Técnica de Ingeniería adscrita a rectoría para realizar los trabajos de planificación de la ciudad universitaria.

Las consideraciones complementarias al diseño de los edificios de las facultades de Medicina, Odontología, Farmacia y Económicas fueron:

- Una calle principal para el ingreso
- Edificio para una unidad de dormitorios para estudiantes

- Estadio
- Soluciones para la salida a la carretera de Amatitlán
- Programa de necesidades para un Hospital Universitario
- Gimnasio

Trabajos de campo realizados:

- Se inició la construcción de la calle de entrada y la calle paralela a la avenida Petapa.
- Movimientos de tierra.
- Trabajos de nivelación.
- Drenajes, pozos de inspección y salida al colector municipal.
- Se construyeron las salas de dibujo de la Facultad de Ingeniería.

### **1.2.3. Planificación número tres**

Durante el rectorado del Lic. Miguel Asturias Quiñones (1950-1954) se crea una oficina de arquitectura e ingeniería con el fin de proyectar un conjunto que alojaría a las oficinas de rectoría.

Trabajos de campo realizados durante el periodo del Rector Lic. Miguel Asturias Quiñones:

- Se procedió a construir un relleno para salvar una cañada, que dividía el terreno en dos partes.
- En el sector cercano a la Avenida Petapa, se planificó y construyó la sección deportiva.
- Se construyó un solo edificio, el de la Facultad de Agronomía.

Durante el periodo del Rector Lic. Vicente Díaz Samayoa (1954-1958), no se siguió una planificación en conjunto, sino que se trabajó en la planificación y ejecución de edificios aislados, según las necesidades del momento; se contrató a diferentes ingenieros y arquitectos para su elaboración.

Trabajos de campo realizados bajo el mando del Rector Lic. Vicente Díaz:

- Planificación y construcción de la Facultad de Ingeniería
- Construcción del edificio de laboratorios de la Facultad de Agronomía
- Inicio de la construcción del auditorium de planta circular (IGLU)
- Planificación del edificio de la Facultad de Odontología

#### **1.2.4. Planificación número cuatro**

Debido a que en el periodo rectoral anterior, las construcciones se realizaron de manera aislada sin atender a una planificación de conjunto, el Consejo Superior Universitario y el Rector Dr. Carlos Martínez Duran, en su segundo periodo rectoral (1958-1962), acordaron nombrar una comisión multidisciplinaria, la cual contaría con personas con especialización profesional en diversas áreas, encargadas de realizar el planeamiento y desarrollo de la ciudad universitaria, con un criterio más amplio y dándole al mismo un sentido ideológico integral.

Trabajos de campo realizados:

- Se continúa con la construcción del edificio de laboratorios de la Facultad de Agronomía.
- Se inicia las construcciones de las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

- Se construye el edificio de administración de rectoría.

### **1.2.5. Planificación número cinco**

Durante el periodo rectoral del Lic. Edmundo Vásquez Martínez (1966-1970), fue fundado el Departamento de Planificación Física y Académica de la Usac, que replanteó la organización del plan académico y la posibilidad de enfrentar el crecimiento poblacional de la universidad, con instalaciones y espacios arquitectónicos adecuados a la dinámica de los cambios pedagógicos.

La planificación número 5 contemplaba los siguientes renglones:

- Planteamiento de una estructura académica orientada a las funciones de investigación y extensión, flexible y acorde a las necesidades del país.
- Construcción acelerada de la ciudad universitaria en la zona doce, a un plazo de cinco años (1975-1980).
- Establecimiento y construcción de otros núcleos universitarios dentro de la ciudad.
- Creación y construcción de centros regionales dándole auge a la política de regionalización y producción profesional.

De estas planificaciones surge el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual ha sufrido varias modificaciones desde dichas planificaciones a la actualidad.

## **2. VÍAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD**

El campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con dos ingresos y dos egresos, uno ubicado en la parte norte de la universidad proveniente del periférico de la ciudad y otro en el costado este del campus, continuo a la avenida Petapa.

### **2.1. Acceso por la avenida Petapa**

El acceso universitario de la avenida Petapa está situado en la treinta y dos calle y avenida Petapa de la zona doce de la ciudad de Guatemala; cuenta con cuatro carriles: dos de ingreso y dos para el egreso de vehículos. En este sector de la avenida Petapa se movilizan dieciséis rutas del transporte público, esto causa que una gran cantidad de personas ingresen a pie en este acceso universitario.

#### **2.1.1. Información general**

Los dos carriles de ingreso cubren aproximadamente el 34 % de la demanda de entradas vehiculares al campus (ver tabla IX), mientras los dos carriles de egreso dan salida aproximadamente al 31 % del total de automóviles que ingresa al campus (ver tabla IX).

Existen factores que interfieren en que este acceso no cuente con un flujo vehicular eficiente como:

- No cuenta con pasarelas para evitar que el tránsito peatonal interfiera con el transitar vehicular.
- Debido a su proximidad a la Escuela de formación de profesionales de enseñanza media, (EFPEM) se utilizan los carriles de ingreso y egreso para el parqueo de vehículos que disminuye a la mitad la capacidad de ingreso y egreso.
- Existe una parada de transporte público a 100 metros de este acceso; sin embargo, varios buses de rutas extraurbanas se detienen entre los carriles de ingreso y egreso, obstruyendo dichos carriles.

## **2.2. Acceso por el anillo Periférico**

El acceso al campus proveniente del anillo periférico está situado en la treinta y dos calle y once avenida de la zona doce de la ciudad de Guatemala; cuenta con cuatro carriles: dos de ingreso y dos de egreso; este cubre la mayor parte del flujo vehicular que transita en el campus. El tránsito peatonal es considerable ya que en los alrededores de este acceso circulan los cuatro tipos de transporte público de la ciudad (buses extraurbanos, Transmetro, Transurbano, buses urbanos).

### **2.2.1. Información general**

Los dos carriles de ingreso cubren aproximadamente el 66 % de la demanda de entradas vehiculares al campus (ver tabla IX); mientras los dos carriles de egreso dan salida aproximadamente al 69 % del total de automóviles que ingresa al campus (ver tabla IX); es así el acceso más importante de la universidad.

Existen factores que interfieren en que este acceso no cuente con un flujo vehicular eficiente como:

- No cuenta con pasarelas para evitar que el tránsito peatonal interfiera con el transitar vehicular.
- La parada del transporte público de buses urbanos se encuentra a cien metros de la salida del campus; sin embargo, varios buses bloquean uno de los dos carriles de egreso mientras terminan de recoger a los pasajeros.
- Existe un retorno en U entre los carriles de ingreso y de egreso al campus, el cual es utilizado con frecuencia para recoger a estudiantes, al realizar esto los vehículos permanecen inmóviles por cierto tiempo lo que afecta el transitar.
- Los carriles de ingreso se convierten en egresos después de las 19:00 para dar salida al carril reversible; sin embargo, varios automovilistas empiezan a transitar en contra vía antes de lo establecido lo que crea así conflicto entre el ingreso y egreso de los automóviles.

### **2.3. Diagnóstico de la situación actual en accesos universitarios**

Con el fin de determinar el comportamiento de los automóviles que ingresan y egresan al campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala se llevaron a cabo ocho mediciones durante los primeros dos meses del año 2017; en estas se contabilizó la cantidad de vehículos que ingresaba y egresaba al campus por hora en sus dos accesos.

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones dividido en ingresos, egresos, flujo y vehículos dentro del campus.

Tabla I. **Ingresos, egresos y flujo vehicular, 16 de enero de 2017**

Horario	Ingreso Periférico	Ingreso Petapa	Egreso Periférico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	1454	554	443	207	2008	650	1358
7:30 - 8:30	922	178	400	262	1100	662	438
8:30 - 9:30	655	245	585	265	900	850	50
9:30 - 10:30	311	339	533	220	650	753	-103
10:30 - 11:30	721	229	405	251	950	656	294
11:30 - 12:30	888	162	687	484	1 050	1 171	-121
12:30 - 13:30	745	781	769	193	1 526	962	564
13:30 - 14:30	1 150	415	694	251	1 565	945	620
14:30 - 15:30	1 250	658	615	235	1 908	850	1 058
15:30 - 16:30	1 010	340	889	263	1 350	1 152	198
16:30 - 17:30	1 198	552	1 415	235	1 750	1 650	100
17:30 - 18:30	1 320	230	1 057	240	1 550	1 297	253
18:30 - 19:30	303	257	1 536	334	560	1 870	-1310
19:30 - 20:30	95	155	1 884	441	250	2 325	-2 075
20:30	77	102	955	548	179	1503	-1 324

Fuente: elaboración propia.



Tabla II. **Ingresos, egresos y flujo vehicular, 20 de enero de 2017**

Horario	Ingreso Periférico	Ingreso Petapa	Egreso Periférico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	1 091	309	419	358	1 400	777	623
7:30 - 8:30	732	258	477	228	990	705	285
8:30 - 9:30	621	224	472	271	845	743	102
9:30 - 10:30	832	278	418	207	1 110	625	485
10:30 - 11:30	531	135	500	250	666	750	-84
11:30 - 12:30	524	281	371	279	805	650	155
12:30 - 13:30	700	154	674	276	854	950	-96
13:30 - 14:30	1 026	351	585	165	1 377	750	627
14:30 - 15:30	1 074	435	754	266	1 509	1 020	489
15:30 - 16:30	1 466	95	1 207	433	1 561	1 640	-79
16:30 - 17:30	1 434	420	841	284	1 854	1 125	729
17:30 - 18:30	769	181	1 255	309	950	1 564	-614
18:30 - 19:30	903	147	1 137	268	1 050	1 405	-355
19:30 - 20:30	414	139	1 322	292	553	1 614	-1 061
20:30	145	105	1 212	244	250	1 456	-1 206

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Ingresos, egresos y flujo vehicular, 26 de enero de 2017**

Horario	Ingreso Periférico	Ingreso Petapa	Egreso Periférico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	1 444	456	775	246	1 900	1 021	879
7:30 - 8:30	1 530	292	805	228	1 822	1 033	789
8:30 - 9:30	1 213	535	522	230	1 748	752	996
9:30 - 10:30	1 608	268	636	435	1 876	1 071	805
10:30 - 11:30	1 177	225	888	258	1 402	1 146	256
11:30 - 12:30	1 012	338	648	578	1 350	1 226	124
12:30 - 13:30	1 023	482	717	437	1 505	1 154	351
13:30 - 14:30	1 333	384	1 395	521	1 717	1 916	-199
14:30 - 15:30	1 422	1 122	776	644	2 544	1 420	1 124
15:30 - 16:30	899	949	1 001	877	1 848	1 878	-30
16:30 - 17:30	1 452	698	988	466	2 150	1 454	696

Continuación de la tabla III.

17:30 - 18:30	1 236	218	1 635	249	1 454	1 884	-430
18:30 - 19:30	525	259	1 400	953	784	2 353	-1 569
19:30 - 20:30	268	132	1 315	943	400	2 258	-1 858
20:30	141	78	1 348	805	219	2 153	-1 934

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Ingresos, egresos y flujo vehicular, 1 de febrero de 2017**

Horario	Ingreso Periférico	Ingreso Petapa	Egreso Periférico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	1 550	795	748	251	2 345	999	1 346
7:30 - 8:30	1 112	433	798	162	1 545	960	585
8:30 - 9:30	1 072	358	821	224	1 430	1 045	385
9:30 - 10:30	1 012	320	438	476	1 332	914	418
10:30 - 11:30	856	302	641	203	1 158	844	314
11:30 - 12:30	845	666	716	548	1 511	1 264	247
12:30 - 13:30	958	493	1 054	400	1 451	1 454	-3
13:30 - 14:30	1021	827	744	214	1 848	958	890
14:30 - 15:30	987	874	1 015	295	1 861	1 310	551
15:30 - 16:30	1 282	406	1 302	443	1 688	1 745	-57
16:30 - 17:30	1 402	557	968	458	1 959	1 426	533
17:30 - 18:30	1 377	607	1 444	184	1 984	1 628	356
18:30 - 19:30	1 002	200	1 268	1 286	1 202	2 554	-1 352
19:30 - 20:30	354	187	1 484	1 364	541	2 848	-2 307
20:30	151	61	1 321	797	212	2 118	-1 906

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Ingresos, egresos y flujo vehicular, 11 de febrero de 2017**

Horario	Ingreso Periférico	Ingreso Petapa	Egreso Periférico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	1 051	617	781	421	1 668	1 202	466
7:30 - 8:30	845	600	709	136	1 445	845	600
8:30 - 9:30	581	631	561	84	1 212	645	567
9:30 - 10:30	564	281	372	402	845	774	71
10:30 - 11:30	653	124	655	190	777	845	-68
11:30 - 12:30	688	296	248	354	984	602	382
12:30 - 13:30	694	451	611	283	1 145	894	251
13:30 - 14:30	732	601	561	203	1 333	764	569
14:30 - 15:30	1 136	473	415	433	1 609	848	761
15:30 - 16:30	984	470	1005	340	1 454	1 345	109
16:30 - 17:30	900	577	901	424	1 477	1 325	152
17:30 - 18:30	748	639	874	552	1 387	1 426	-39
18:30 - 19:30	422	362	948	1 066	784	2 014	-1 230
19:30 - 20:30	241	120	666	478	361	1 144	-783
20:30	158	42	1 120	888	200	2 008	-1 808

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Ingresos, egresos y flujo vehicular, 14 de febrero de 2017**

Horario	Ingreso Periférico	Ingreso Petapa	Egreso Periférico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	1 025	853	618	527	1 878	1 145	733
7:30 - 8:30	1 125	529	511	437	1 654	948	706
8:30 - 9:30	621	400	650	306	1 021	956	65
9:30 - 10:30	543	462	705	142	1 005	847	158
10:30 - 11:30	481	408	584	241	889	825	64
11:30 - 12:30	366	628	455	584	994	1 039	-45
12:30 - 13:30	684	315	931	423	999	1 354	-355
13:30 - 14:30	989	1 026	808	633	2 015	1 441	574
14:30 - 15:30	545	906	801	844	1 451	1 645	-194
15:30 - 16:30	678	962	777	273	1 640	1 050	590
16:30 - 17:30	848	936	984	761	1 784	1 745	39

Continuación de la tabla VI.

17:30 - 18:30	1 154	590	1 233	411	1 744	1 644	100
18:30 - 19:30	784	256	1 420	325	1 040	1 745	-705
19:30 - 20:30	405	348	1 245	227	753	1472	-719
20:30	178	63	1 026	226	241	1 252	-1 011

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Ingresos, egresos y flujo vehicular, 22 de febrero de 2017**

Horario	Ingreso Periférico	Ingreso Petapa	Egreso Periférico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	1 102	686	444	206	1 788	650	1 138
7:30 - 8:30	874	358	603	245	1 232	848	384
8:30 - 9:30	1 021	180	741	208	1 201	949	252
9:30 - 10:30	555	596	502	184	1 151	686	465
10:30 - 11:30	848	294	501	183	1 142	684	458
11:30 - 12:30	802	252	438	548	1 054	986	68
12:30 - 13:30	784	376	911	234	1 160	1 145	15
13:30 - 14:30	1 354	494	1 006	236	1 848	1 242	606
14:30 - 15:30	784	794	1 102	243	1 578	1 345	233
15:30 - 16:30	1 308	436	1 409	269	1 744	1 678	66
16:30 - 17:30	1 350	636	1 508	246	1 986	1 754	232
17:30 - 18:30	947	651	1 368	480	1 598	1 848	-250
18:30 - 19:30	405	343	1 616	332	748	1 948	-1 200
19:30 - 20:30	402	343	1 265	297	745	1 562	-817
20:30	222	128	1 720	280	350	2 000	-1 650

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Ingresos, egresos y flujo vehicular, 28 de febrero de 2017**

Horario	Ingreso Periférico	Ingreso Petapa	Egreso Periférico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	848	701	689	259	1 549	948	601
7:30 - 8:30	875	609	585	352	1 484	937	547
8:30 - 9:30	989	656	686	292	1 645	978	667
9:30 - 10:30	1 084	700	545	302	1 784	847	937
10:30 - 11:30	958	496	805	648	1 454	1 453	1
11:30 - 12:30	902	754	745	402	1 656	1 147	509
12:30 - 13:30	989	346	1 202	582	1 335	1 784	-449
13:30 - 14:30	898	556	1 010	474	1 454	1 484	-30
14:30 - 15:30	1 025	659	898	686	1 684	1 584	100
15:30 - 16:30	1 154	630	1 212	770	1 784	1 982	-198
16:30 - 17:30	989	760	1 368	510	1 749	1 878	-129
17:30 - 18:30	748	1 236	954	994	1 984	1 948	36
18:30 - 19:30	789	631	989	495	1 420	1 484	-64
19:30 - 20:30	689	362	1 235	746	1 051	1 981	-930
20:30	151	133	1 250	632	284	1 882	-1 598

Fuente: elaboración propia.

De los datos obtenidos, se realizó un promedio para observar cuál es el comportamiento de los automóviles dentro del campus; verificar en qué horarios existe una mayor cantidad de vehículos dentro del campus; en qué jornadas hay un mayor tránsito en los accesos. Los datos promedios son los siguientes.

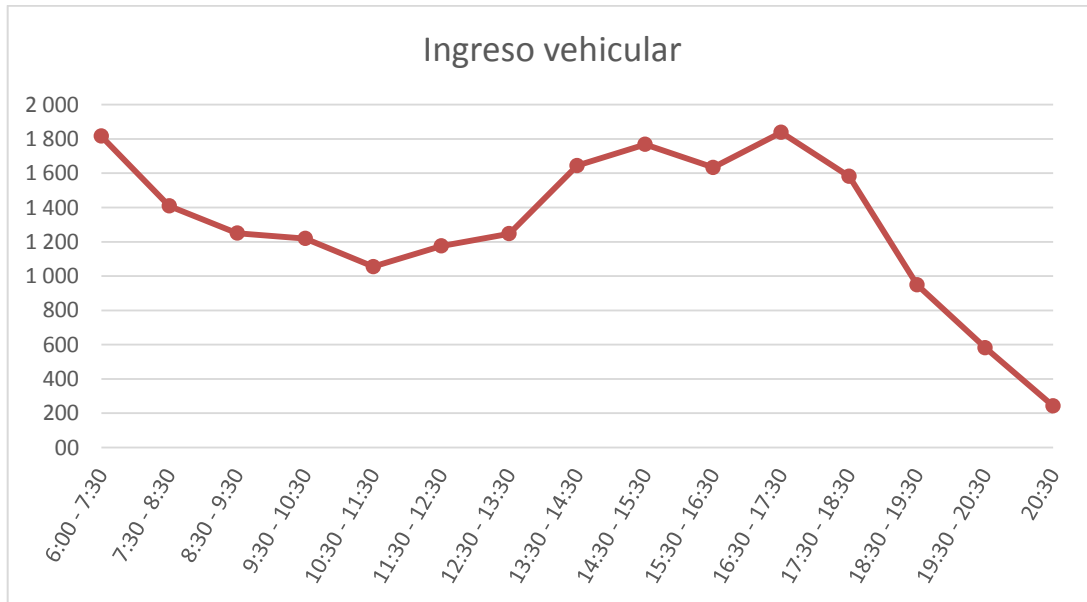
Tabla IX. Promedio ingresos, egresos y flujo vehicular

Horario	Ingreso Periferico	Ingreso Petapa	Egreso Periferico	Egreso Petapa	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular
6:00 - 7:30	1 195,6	621,4	614,6	309,4	1 817,0	924,0	893,0
7:30 - 8:30	1 001,9	407,1	611,0	256,3	1 409,0	867,3	541,8
8:30 - 9:30	846,6	403,6	629,8	235,0	1 250,3	864,8	385,5
9:30 - 10:30	813,6	405,5	518,6	296,0	1 219,1	814,6	404,5
10:30 - 11:30	778,1	276,6	622,4	278,0	1 054,8	900,4	154,4
11:30 - 12:30	753,4	422,1	538,5	472,1	1 175,5	1010,6	164,9
12:30 - 13:30	822,1	424,8	858,6	353,5	1 246,9	1212,1	34,8
13:30 - 14:30	1 062,9	581,8	850,4	337,1	1 644,6	1187,5	457,1
14:30 - 15:30	1 027,9	740,1	797,0	455,8	1 768,0	1252,8	515,3
15:30 - 16:30	1 097,6	536,0	1 100,3	458,5	1 633,6	1558,8	74,9
16:30 - 17:30	1 196,6	642,0	1 121,6	423,0	1 838,6	1544,6	294,0
17:30 - 18:30	1 037,4	544,0	1 227,5	427,4	1 581,4	1 654,9	-73,5
18:30 - 19:30	641,6	306,9	1 289,3	632,4	948,5	1 921,6	-973,1
19:30 - 20:30	358,5	223,3	1 302,0	598,5	581,8	1 900,5	-1 318,8
20:30	152,9	89,0	1 244,0	552,5	241,9	1 796,5	-1 554,6

Fuente: elaboración propia.

De estos datos se obtiene el siguiente grafico que muestra el comportamiento de los ingresos al campus universitario por hora.

Figura 1. Ingreso al campus

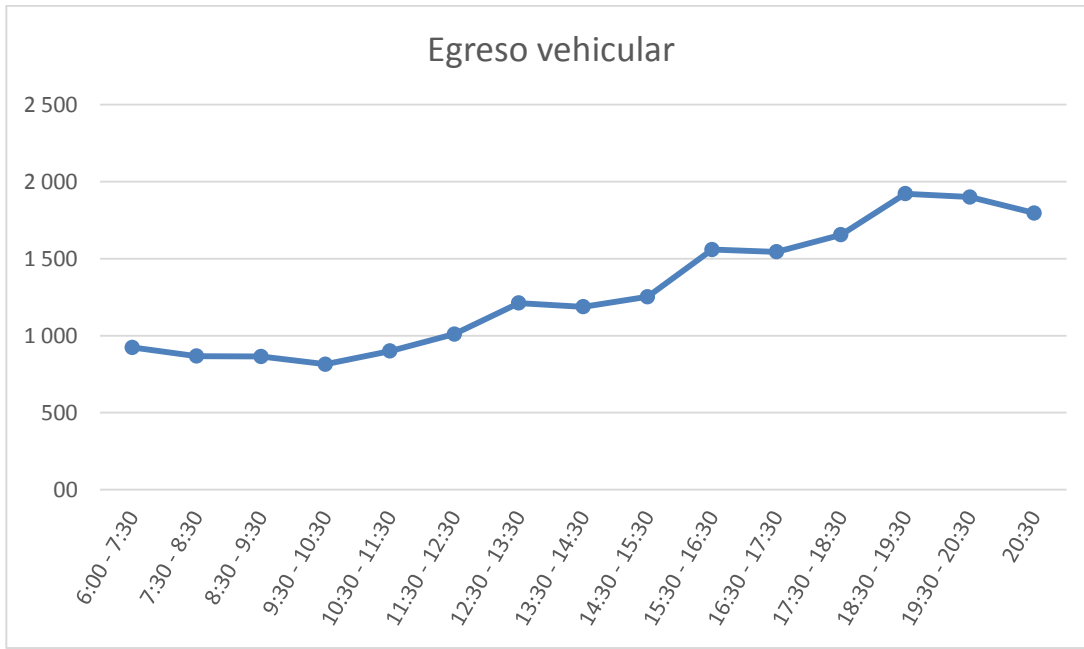


Fuente: elaboración propia.

La mayor afluencia vehicular en los ingresos se da durante los horarios de 6:00 – 7:30 horas y de 14:30 – 17:30 horas, esto correspondiente al ingreso de las jornadas matutinas y nocturnas. Es durante estos horarios que se debe mejorar el transitar en los ingresos al campus.

De igual manera, de los datos promedios se obtiene un gráfico que indica la cantidad de vehículos que salen del campus por hora, así como los horarios cuando es mayor el tránsito vehicular en los egresos.

Figura 2. **Egreso del campus**



Fuente: elaboración propia.

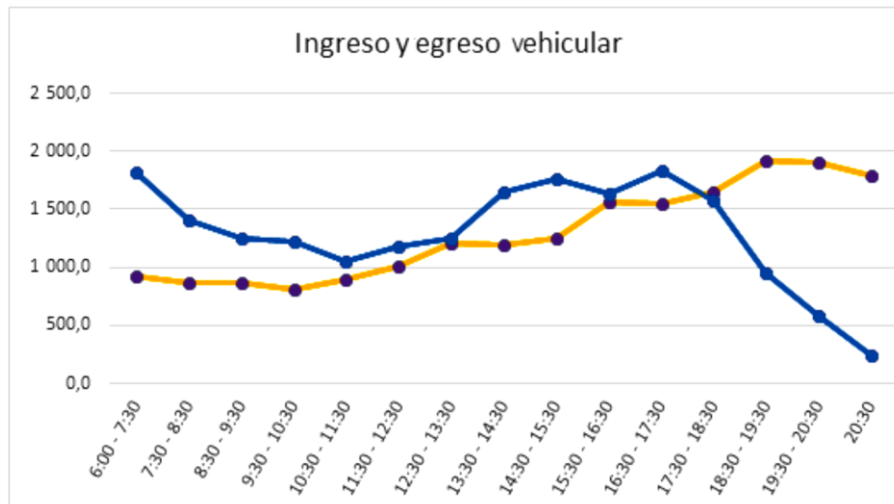
La cantidad de vehículos que se retira del campus aumenta a medida que transcurre el día, es durante la jornada nocturna que se debe facilitar el egreso de los vehículos ya que es mayor la cantidad de vehículos que se quieren retirar del campus.

El flujo de vehículos dentro del campus se refiere a la diferencia entre los ingresos y los egresos dentro de la institución en un tiempo determinado; si el flujo es positivo, indica que durante cierto tiempo existieron más ingresos que egresos y si es negativo los egresos fueron mayores.

Se realizó un gráfico comparativo entre los ingresos y los egresos por hora para determinar en qué horarios existe un flujo eficiente dentro del campus.



Figura 3. **Comparación, ingresos y egresos del campus**



Fuente: elaboración propia.

Un flujo eficiente es cuando la cantidad de ingresos es igual o similar a los egresos; esto indica que durante el tiempo de análisis no se afectó la capacidad de parqueos del campus.

Existe un flujo eficiente únicamente en cinco de los quince horarios de las mediciones realizadas, lo que determina que en la mayoría de horarios de análisis los ingresos y los egresos no son equivalentes; esto puede conllevar a una sobredemanda de parqueos dentro del campus.

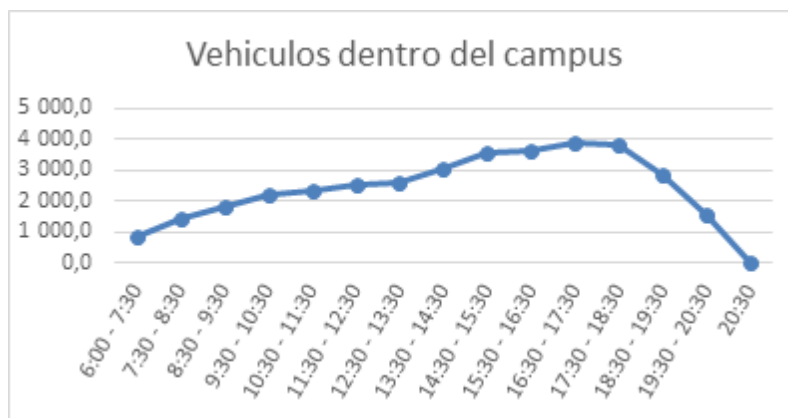
Posteriormente, se procedió a determinar la cantidad de carros que permanecen dentro del campus en distintos horarios, esto sumando el diferencial de los ingresos y egresos por hora.

Tabla X. **Flujo vehicular dentro del campus**

Horario	Ingresos	Egresos	Flujo vehicular	Vehículos dentro del campus
6:00 - 7:30	1 817,0	924,0	893,0	893,0
7:30 - 8:30	1 409,0	867,3	541,8	1 434,8
8:30 - 9:30	1 250,3	864,8	385,5	1 820,3
9:30 - 10:30	1 219,1	814,6	404,5	2 224,8
10:30 - 11:30	1 054,8	900,4	154,4	2 379,1
11:30 - 12:30	1 175,5	1 010,6	164,9	2 544,0
12:30 - 13:30	1 246,9	1 212,1	34,8	2 578,8
13:30 - 14:30	1 644,6	1 187,5	457,1	3 035,9
14:30 - 15:30	1 768,0	1 252,8	515,3	3 551,1
15:30 - 16:30	1 633,6	1 558,8	74,9	3 626,0
16:30 - 17:30	1 838,6	1 544,6	294,0	3 920,0
17:30 - 18:30	1 581,4	1 654,9	-73,5	3 846,5
18:30 - 19:30	948,5	1 921,6	-973,1	2 873,4
19:30 - 20:30	581,8	1 900,5	-1 318,8	1 554,6
20:30	241,9	1 796,5	-1 554,6	0,0

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Vehículos dentro del campus**



Fuente: elaboración propia.

No existen disminuciones durante las jornadas matutinas y vespertinas ya que la cantidad de vehículos que permanece dentro del campus aumenta constantemente; es desde el inicio hasta la finalización de la jornada nocturna que se reportan disminuciones, esto debido a que varios estudiantes permanecen en el campus por más de una jornada.

Este fenómeno contribuye a que el transitar se dificulte dentro del campus mayormente en horarios posteriores a las 16:30 horas ya que se pretenden retirar más de 4 500 vehículos en un horario reducido.



### **3. PARQUEOS DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

#### **3.1. Parqueos existentes**

Los parqueos de la Universidad de San Carlos de Guatemala son administrados por APARUSAC (administración de parqueos de la Universidad de San Carlos de Guatemala), siendo este ente el encargado de regular el ingreso y egreso de los vehículos a los parqueos, así también encargados de administrar los fondos recaudados por el cobro de estos, contratación de personal y mantenimiento.

La Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con 30 parqueos internos distribuidos alrededor de sus instalaciones; se denominan parqueos internos a los que están regulados por APARUSAC y cuentan con personal dentro de ellos; estos totalizan 4 497 espacios para estacionar vehículos. El periférico universitario también se utiliza como lugar para estacionar (parqueos exteriores) con capacidad de 1 682 parqueos, con una capacidad total de parqueo de 6 179.

Tabla XI. Cantidad de parqueos del campus

Área	Ubicación	Según PARUSAC	Parqueos señalizados	Parqueos extras	Total internos	Parqueo exterior	Total
1	Edificio T-2, Facultad de Arquitectura	308	308	2	310	101	411
2	Edificio T-3, Facultad de Ingeniería	450	486	32	518	212	730
3	Aula Magna (Iglú)	250	138	13	151	161	312
4	Edificio T-10, Facultad de Farmacia	122	75	20	95	69	164
5	Edificio M-6/M-7, Facultad de Veterinaria	341	331	14	345	11	356
6	Edificio S-9/S-10	150	260		260	138	398
7	Edificio S-11	411	457	10	467	35	502
8	Edificio S-12	430	281	6	287	119	406
9	Edificio T-9, Facultad de Agronomía	219	196		196	97	293
10	Recurso Educativos/ CALUSAC	388	398	8	406	48	454
11	S-7/ S-8	70	105		105	48	153
12	S-8/ S-6	149	115		115	48	163
13	S-3/ S-6	150	150	16	166	65	231
14	S-1	52	52		52	48	100
15	M-2/ M-4	100	78	6	84	144	228
16	Piscina	27	27		27	15	42
17	Vivero Petapa	60	42	2	44		44
18	EFPEM Posterior	220	147		147	186	333
19	EFPEM Petapa	40	40	3	43		43
20	Edificio M-1, Facultad de Odontología	200	130	44	174	89	263
21	Rectoría	37	37	1	38	48	86
22	CEMA	60	53		53		53
23	Centro de Investigación de Ingeniería		40		40		40
24	UVIGER (Administrativo)		120		120		120
25	C.E.D.A (Administrativo)		8		8		8
26	Granja Experimental (Administrativo)		20		20		20
27	Bioterio (Administrativo)		12		12		12
28	LARRSA		14		14		14
29	Reproducción Animal		22		22		22
30	Calusac S13 (sótano)		178		178		178
		4234	4320	177	4 497	1 682	
				Total	6179		

Fuente: elaboración propia.

Del total de 6 179, los parqueos de Calusac S13, Reproducción Animal, LARRSA, Bioterio, Granja Experimental, C.E.D.A y UVIGER son parqueos inhabilitados o limitados para la población estudiantil, lo que da un total de 5 805 parqueos efectivos.

Según lo reflejado en la tabla X, la cantidad de automóviles que permanecen dentro del campus en ningún momento sobrepasan la capacidad total de parqueos existentes (internos y externos); sin embargo, si sobrepasa la cantidad de parqueos internos existentes los cuales brindan mayor seguridad para los vehículos, factor por el cual la mayoría de estudiantes prefieren aparcar dentro de ellos aunque les demore más tiempo acceder lo que crea así dificultad en el transitar de los demás vehículos.

Los horarios de atención de los parqueos regulados por APARUSAC se detallan a continuación.

**Tabla XII. Horarios de atención en parqueos del campus**

Area	Ubicación	Horario
1	Edificio T-2, Facultad de Arquitectura	5:30 - 21:00
2	Edificio T-3, Facultad de Ingeniería	5:30 - 21:00
3	Aula Magna Iglú	6:00 - 21:00
4	Edificio T-10, Facultad de Farmacia	6:30 - 21:00
5	Edificio M-6/M-7, Facultad de Veterinaria	5:30 - 21:00
6	Edificio S-9/S-10	13:00 - 20:00
7	Edificio S-11	6:00 - 21:00
8	Edificio S-12	6:00 - 21:00
9	Edificio T-9, Facultad de Agronomía	6:00 - 21:00
10	Recurso Educativos/ Calusac	6:00 - 21:00
11	S-7/ S-8	7:00 - 19:00
12	S-8/ S-6	6:00 - 21:00
13	S-3/ S-6	6:00 - 21:00
14	S-1	6:00 - 21:00
15	M-2/ M-4	6:00 - 21:00
16	Piscina	7:00 - 21:00
17	Vivero Petapa	6:00 - 21:00
18	EFPEM Posterior	8:00 - 21:00
19	EFPEM Petapa	6:30 - 19:30
20	Edificio M-1, Facultad de Odontología	5:30 - 21:00
21	Rectoría	6:00 - 19:00
22	CEMA	6:00 - 19:00
23	Centro de Investigación de Ingeniería	Sin horario
24	UVIGER (Administrativo)	Sin horario
25	C.E.D.A (Administrativo)	Sin horario
26	Granja Experimental (Administrativo)	Sin horario
27	Bioterio (Administrativo)	Sin horario
28	LARRSA	Sin horario
29	Reproducción Animal	Sin horario
30	Calusac S13 (sótano)	Inhabilitado

Fuente: elaboración propia.

Durante estos horarios se cuenta con personal de APARUSAC dentro de los parqueos.

### **3.2. Demanda de parqueos actual**

La demanda de parqueos es variable respecto al mes que se evalué, ya que la asistencia de la población estudiantil disminuye a medida que avanza el ciclo universitario, es por eso que se tomaron datos del año 2016 para observar que mes es el que cuenta con mayor cantidad de ingresos a los parqueos.

Toda la información utilizada para el análisis de las demandas de parqueos internos dentro del campus central fue proporcionada por APARUSAC, con esta se lograron determinar dos factores importantes:

- Días críticos durante la semana dentro del campus: determina en que días de la semana existe una mayor demanda de parqueos, para los cuales se debe contar con mayores medidas preventivas para controlar el transitar dentro del campus.
- Parqueos con mayor demanda respecto a su capacidad vehicular: ya que cada parqueo varía en la cantidad de lugares disponibles para aparcar (capacidad vehicular) se realizará una relación entre la demanda y la capacidad vehicular para determinar realmente que parqueos tienen una demanda mayor con respecto a los otros.

Primeramente, se realizó un análisis de los ingresos en parqueos por mes con los datos del año 2016 para determinar qué mes tiene una mayor demanda de parqueos por la población universitaria.



Los datos obtenidos del ingreso a parqueos internos por mes en el 2016 son los siguientes.

Tabla XIII. **Total de parqueos por mes 2016**

<b>Mes</b>	<b>Cantidad de ingresos</b>	<b>Días del mes</b>	<b>Ingresos por día</b>
Enero	105 175	31	3 392,74
Febrero	159 413	29	5 497,00
Marzo	100 226	31	3 233,10
Abril	162 548	30	5 418,27
Mayo	130 832	31	4 220,39
Junio	120 693	30	4 023,10
Julio	143 452	31	4 627,48
Agosto	160 579	31	5 179,97
Septiembre	144 254	30	4 808,47
Octubre	147 400	31	4 754,84
Noviembre	99 199	30	3 306,63
Diciembre	49 073	31	1 583,00

Fuente: elaboración propia.

Para el año 2016 febrero es el mes con mayor demanda de parqueo, esto debido a que es cuando inicia el ciclo universitario y la asistencia de estudiantes es mayor, se tomará este mes como el más crítico del año.

A continuación, se muestran los datos proporcionados por APARUSAC de los parqueos por semana durante el mes de febrero de 2017. Se determinará que día de la semana es el de mayor demanda; para esto se sumó la cantidad de ingresos por día dentro de los parqueos del campus durante las cinco semanas de febrero, para posteriormente comparar los totales de cada día.

Tabla XIV. Parquesos, semana del 1 al 5 de febrero de 2017

Parqueo	Miércoles 1/02/2017	Jueves 2/2/2017	Viernes 3/2/2017	Sábado 4/2/2017	Domingo 5/2/2017	Promedio semanal facultad
Aula Magna	500	448	458	240	0	411,5
EFPEM	200	350	288	221	0	264,8
M-1 Facultad de Odontología	265	430	345	355	65	292,0
M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	0	94	600	63	0	252,3
M6, M-7 Facultad de Veterinaria	480	490	491	161	0	405,5
Piscina	44	36	46	31	0	39,3
Recursos Educativos	1 357	766	857	654	169	760,6
S-11, S-12 Facultad de Ciencias Económicas	1 422	1 192	1 340	1 135	300	1077,8
S-3, S-6 Facultad de Ciencias Económicas	395	600	520	365	335	443,0
S-7, S-8	175	131	160	181	100	149,4
T-10 Norte Facultad de Farmacia	180	145	205	95	0	156,3
T-2 Facultad de Arquitectura	395	475	450	250	0	392,5
T-3 Facultad de Ingeniería	981	754	686	605	0	756,5
Vivero Petapa	100	53	243	50	0	111,5
<b>Total diario</b>	<b>6 494</b>	<b>5 964</b>	<b>6 689</b>	<b>4 406</b>	<b>969</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Parquesos, semana del 6 al 12 de febrero de 2017

Parqueo	Lunes 6/2/2017	Martes 7/2/2017	Miércoles 8/2/2017	Jueves 9/2/2017	Viernes 10/2/2017	Sábado 11/2/2017	Domingo 12/2/2017	Promedio semanal facultad
Aula Magna	439	341	441	364	450	203	0	373,0
EFPEM	275	275	300	305	271	265	0	281,8
M-1 Facultad de Odontología	440	300	314	317	340	312	200	317,6
M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	40	51	50	50	70	90	20	53,0
M6, M-7 Facultad de Veterinaria	450	510	450	498	440	96	0	407,3
Piscina	25	35	40	35	136	35	318	89,1
Recursos Educativos	625	800	957	525	815	656	288	666,6
S-11, S-12 Facultad de Ciencias Económicas	1 469	1	1	1 265	1	981	0	1 280,3
S-3, S-6 Facultad de Ciencias Económicas	406	501	460	350	525	418	355	430,7
S-7, S-8	245	155	165	130	168	217	189	181,3
T-10 Norte Facultad de Farmacia	245	200	170	180	251	90	0	189,3
T-2 Facultad de Arquitectura	467	433	400	522	500	318	0	440,0
T-3 Facultad de Ingeniería	844	602	775	651	885	602	45	629,1
Vivero Petapa	63	165	65	50	140	75	0	93,0
<b>Total diario</b>	<b>6 033</b>	<b>5 717</b>	<b>5 950</b>	<b>5 242</b>	<b>6 246</b>	<b>4 358</b>	<b>1 415</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Parqueos, semana del 13 al 19 de febrero de 2017

Parqueo	Lunes 13/2/2017	Martes 14/2/2017	Miércoles 15/2/2017	Jueves 16/2/2017	Viernes 17/2/2017	Sábado 18/2/2017	Domingo 19/2/2017	Promedio semanal facultad
Aula Magna	360	300	530	50	259	210	0	284,8
EFPEM	239	220	376	295	235	0	0	227,5
M-1 Facultad de Odontología	440	260	285	325	330	338	0	329,7
M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	80	60	189	70	70	37	0	84,3
M6, M-7 Facultad de Veterinaria	497	490	284	340	137	128	0	312,7
Piscina	30	30	25	78	45	0	0	34,7
Recursos Educativos	817	686	770	795	900	540	169	668,1
S-11, S-12 Facultad de Ciencias Económicas	1 105	1 282	1 320	1 060	975	837	245	974,9
S-3, S-6 Facultad de Ciencias Económicas	415	490	435	477	443	420	270	421,4
S-7, S-8	135	300	225	125	140	270	170	195,0
T-10 Norte Facultad de Farmacia	215	228	181	130	50	79	0	147,2
T-2 Facultad de Arquitectura	300	500	450	250	600	240	0	390,0
T-3 Facultad de Ingeniería	520	370	730	406	380	510	0	486,0
Vivero Petapa	75	150	150	50	40	25	100	84,3
Total diario	5 228	5 366	5 950	4 451	4 604	3 634	954	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Parqueos, semana del 20 al 26 de febrero de 2017

Parqueo	Lunes 20/2/2017	Martes 21/2/2017	Miércoles 22/2/2017	Jueves 23/2/2017	Viernes 24/2/2017	Sábado 25/2/2017	Domingo 26/2/2017	Promedio semanal facultad
Aula Magna	450	454	463	310	444	235	0	392,7
EFPEM	321	300	0	321	294	229	0	244,2
M-1 Facultad de Odontología	275	250	350	250	289	340	0	292,3
M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	70	55	60	60	80	25	0	58,3
M6, M-7 Facultad de Veterinaria	510	490	424	357	564	200	0	424,2
Piscina	45	35	50	47	56	50	0	47,2
Recursos Educativos	850	936	680	890	872	485	150	694,7
S-11, S-12 Facultad de Económicas	1 150	1 303	1 326	1 095	1 372	951	30	1 032,4
S-3, S-6 Facultad de Económicas	475	550	430	450	410	300	275	412,9
S-7, S-8	110	115	110	80	120	271	100	129,4
T-10 Norte Facultad de Farmacia	181	238	50	215	229	100	0	168,8
T-2 Facultad de Arquitectura	220	200	314	567	405	247	0	325,5
T-3 Facultad de Ingeniería	956	700	701	630	665	500	0	692,0
Vivero Petapa	105	60	150	50	50	78	100	84,7
Total diario	5 718	5 686	5 108	5 322	5 850	4 011	655	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Parqueos, semana del 27 al 28 de febrero de 2017**

Parqueo	Lunes 27/2/2017	Martes 28/2/2017	Promedio semanal facultad
Aula Magna	525	380	452,5
EFPEM	376	438	407,0
M-1, Facultad de Odontología	375	376	375,5
M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	60	70	65,0
M6, M-7, Facultad de Veterinaria	493	572	532,5
Piscina	25	35	30,0
Recursos Educativos	718	782	750,0
S-11, S-12, Facultad de Ciencias Económicas - Derecho	1 451	1 055	1 253,0
S-3, S-6, Facultad de Ciencias Económicas	425	542	483,5
S-7, S-8	150	100	125,0
T-10 Norte, Facultad de Farmacia	205	180	192,5
T-2, Facultad de Arquitectura	500	450	475,0
T-3, Facultad de Ingeniería	841	853	847,0
Vivero Petapa	65	207	136,0
Total diario	6 209	6 040	

Fuente: elaboración propia.

Nota: Se adicionaron los datos del parqueo del edificio S-11 a los del parqueo S-12 Económicas - Derecho, ya que estos dos parqueos están unidos entre sí y no es posible determinar qué cantidad de vehículos se estacionan en cada uno.

Tabla XIX. **Promedio semanal por día, febrero 2017**

Parqueo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Semana 1			6 494	5 964	6 689	4 406	969
Semana 2	6 033	5 717	5 950	5 242	6 246	4 358	1 415
Semana 3	5 228	5 366	5 950	4 451	4 604	3 634	954
Semana 4	5 718	5 686	5 108	5 322	5 850	4 011	655
Semana 5	6 209	6 040					
Promedio	5 797	5 702,25	4 252	3 753,75	4 175	3 000,75	756

Fuente: elaboración propia.

El día con mayor demanda durante la semana es el lunes, por lo que es necesario implementar mayores medidas preventivas los días lunes para evitar que se complique el transitar dentro del campus.

Ahora se procede a determinar qué parqueo es el que tuvo la mayor cantidad de usuarios durante el mes de febrero; en la próxima tabla se dan a conocer los datos para el análisis.

Tabla XX. **Promedio semanal por parqueo, febrero 2017**

Parqueo	Promedio semana 1	Promedio semana 2	Promedio semana 3	Promedio semana 4	Promedio semana 5	Promedio Semanal
Aula Magna	1 646	2 238	1 709	2 356	905	1 770,8
EFPEM	1 059	1 691	1 365	1 465	814	1 278,8
M-1, Facultad de Odontología	1 460	2 223	1 978	1 754	751	1 633,2
M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	757	371	506	350	130	422,8
M6, M-7, Facultad de Veterinaria	1 622	2 444	1 876	2 545	1 065	1 910,4
Piscina	157	624	208	283	60	266,4
Recursos Educativos	3 803	4 666	4 677	4 863	1 500	3 901,8
S-11, S-12, Facultad de Ciencias Económicas	5 389	7 682	6 824	7 227	2 506	5 925,6
S-3, S-6, Facultad de Ciencias Económicas	2 215	3 015	2 950	2 890	967	2 407,4
S-7, S-8	747	1 269	1 365	906	250	907,4
T-10 Norte, Facultad de Farmacia	625	1 136	883	1 013	385	808,4
T-2, Facultad de Arquitectura	1 570	2 640	2 340	1 953	950	1 890,6
T-3, Facultad de Ingeniería	3 026	4 404	2 916	4 152	1 694	3 238,4
Vivero Petapa	446	558	590	593	272	491,8

Fuente: elaboración propia.

Los parqueos con mayor uso son: S-11/ S-12 Económicas – Derecho, Recursos Educativos y T-3 Ingeniería; sin embargo, estos parqueos también cuentan con una mayor capacidad vehicular por lo que no necesariamente una mayor demanda significa una situación más crítica.

Se hace una relación entre la demanda y la capacidad para determinar que parqueos son más críticos, con el fin de ver si existe una sobredemanda que pueda estar influyendo en el transitar de las periferias universitarias.

La relación demanda semanal/capacidad da a conocer cuántas veces a la semana se debe utilizar cada espacio de parqueo para lograr suplir las necesidades de parqueo.

Tabla XXI. **Relación demanda sobre capacidad semanal**

Parqueo	Promedio semana 1	Promedio semana 2	Promedio semana 3	Promedio semana 4	Promedio semana 5	Promedio Semanal	Capacidad vehicular	Relación Demanda/capacidad
Aula Magna	1 646	2 238	1 709	2 356	905	1 770,8	151	11,73
EFPEM	1 059	1 691	1 365	1 465	814	1 278,8	147	8,70
M-1, Facultad de Odontología	1 460	2 223	1 978	1 754	751	1 633,2	174	9,39
M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	757	371	506	350	130	422,8	84	5,03
M6, M-7, Facultad de Veterinaria	1 622	2 444	1 876	2 545	1 065	1 910,4	345	5,54
Piscina	157	624	208	283	60	266,4	27	9,87
Recursos Educativos	3 803	4 666	4 677	4 863	1 500	3 901,8	406	9,61
S-11, S-12, Facultad de Ciencias Económicas	5 389	7 682	6 824	7 227	2 506	5 925,6	754	7,86
S-3, S-6. Facultad de Ciencias Económicas	2 215	3 015	2 950	2 890	967	2 407,4	166	14,50
S-7, S-8	747	1 269	1 365	906	250	907,4	105	8,64
T-10 Norte, Facultad de Farmacia	625	1 136	883	1 013	385	808,4	260	3,11
T-2, Facultad de Arquitectura	1 570	2 640	2 340	1 953	950	1 890,6	310	6,10
T-3, Facultad de Ingeniería	3 026	4 404	2 916	4 152	1 694	3 238,4	518	6,25
Vivero Petapa	446	558	590	593	272	491,8	44	11,18

Fuente: elaboración propia.

Se observa que los parqueos con mayor demanda semanal son: S-3,S-6 Económicas, Aula Magna, Vivero Petapa; para dichos parqueos es necesario contar con una mayor capacidad para suplir las demandas; esto se puede

solucionar con la creación de parqueos subterráneos o con el uso de áreas verdes aledañas para la implementación de más lugares de parqueo.

### **3.3. Parqueos de las facultades del campus central**

Debido a la gran cantidad de estudiantes que existe en la Universidad de San Carlos de Guatemala las facultades se ven obligadas a utilizar más de una edificación y varias jornadas para cumplir con los compromisos académicos de la universidad, esto conlleva a que una facultad utilice diversos parqueos para su correcto funcionamiento.

Se pretende determinar con cuantos parqueos dispone cada facultad; también, determinar cuál es la relación entre el número de estudiantes versus los parqueos disponibles por facultad; esto dará un panorama de si las facultades actualmente están distribuidas correctamente en las edificaciones existentes.

A continuación, se dan a conocer la cantidad de alumnos inscritos en cada unidad académica del campus central.

**Tabla XXII. Estudiantes inscritos en sede central, Usac 2010-2017**

<b>Unidad académica</b>	<b>Año 2010</b>	<b>Año 2011</b>	<b>Año 2012</b>	<b>Año 2013</b>	<b>Año 2014</b>	<b>Año 2015</b>	<b>Año 2016</b>	<b>Año 2017</b>
Facultad de Agronomía	1 357	1 443	1 576	1 743	1 850	1 929	2 019	1 984
Facultad de Arquitectura	3 969	3 836	3 642	3 868	3 894	4 023	3 825	3 563
Facultad de Ciencias Económicas	22 375	22 239	21 676	21 249	20 659	20 388	20 484	19 498
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales	16 180	16 371	17 984	18 795	18 092	18 282	18 975	18 030
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	2 423	2 362	2 249	2 189	2 030	2 066	2 091	2 041
Facultad de Humanidades	16 090	19 733	23 408	31 079	32 667	36 772	29 679	20 931
Facultad de Ingeniería	12 680	12 934	12 813	13 910	13 671	13 586	13 368	12 779
Facultad de Odontología	1 217	1 290	1 237	1 221	1 167	1 129	1 094	1 063
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	1 083	1 036	1 045	1 158	1 211	1 200	1 178	1 173
Facultad de Ciencias de la Comunicación	4 847	4 521	4 733	4 729	4 425	4 467	4 190	3 866
EFPEM	3 666	3 684	3 798	4 037	4 414	4 550	4 717	4 334
Ciencias Lingüísticas	213	295	422	488	570	596	589	625
Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA)	169	156	153	156	158	156	135	113
<b>Totales</b>	<b>86 269</b>	<b>89 900</b>	<b>94 736</b>	<b>104 622</b>	<b>104 808</b>	<b>109 144</b>	<b>102 344</b>	<b>90 000</b>

Fuente: elaboración propia.

Se detallan los parqueos existentes y la cantidad de facultades en las que se distribuyen; se divide proporcionalmente la cantidad de parqueos en el número de facultades; adicionalmente, se da a conocer la cantidad de parqueos disponibles para cada facultad en cada parqueo del campus.



Tabla XXIII. Distribución de parques por facultad

Área	Ubicación	Facultades										Facultades por parque	Cantidad de parques	Parques por facultad			
		Facultad de Agronomía	Facultad de Arquitectura	Facultad de Ciencias Económicas	Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	CALUSAC	CEMA	EFPEM	Facultad de Humanidades	Facultad de Ingeniería				Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Facultad de Odontología	
1	Edificio T-2, Facultad de Arquitectura		X												1	411	411
2	Edificio T-3, Facultad de Ingeniería										X				1	730	730
3	Aula Magna (Iglú)								X	X					2	312	156
4	Edificio T-10, Facultad de Farmacia					X									1	164	164
5	Edificio M-6/M-7, Facultad de Veterinaria					X			X		X				3	356	119
6	Edificio S-9/S-10			X											1	398	398
7	Edificio S-12, S-11				X	X	X				X				4	908	227
8	Edificio T-9, Facultad de Agronomía	X													1	293	293
9	Recurso Educativos/ CALUSAC			X	X		X			X					4	454	114
10	S-7/ S-8			X	X										2	153	77
11	S-8/ S-6			X	X										2	163	82
12	S-3/ S-6			X	X										2	231	116
13	S-1			X									X		2	100	50
14	M-2/ M-4												X		1	228	228
15	Piscina								X				X		2	42	21
16	Vivero Petapa								X						1	44	44
17	EFPEM Posterior								X						1	333	333
18	EFPEM Petapa								X						1	43	43
19	Edificio M-1, Facultad de Odontología												X		1	263	263
20	Rectoría														0	86	0
21	CEMA								X						1	53	53
22	Centro de Investigación de Ingeniería										X				1	40	40
23	UVIGER	X													1	120	120
24	C.E.D.A	X													1	8	8
25	Granja Experimental															20	0
26	Bioterio					X									1	12	12
27	LARRSA															14	0
28	Reproducción Animal															22	0
29	Calusac S13						X								1	178	178

Fuente: elaboración propia.

Esta información ayudará a determinar cuántos estudiantes inscritos hay por cada espacio de parqueo disponible en cada una de las facultades del campus central de la universidad.

### **3.3.1. Parqueos, Facultad de Agronomía**

La Facultad de Agronomía fundada en 1950 cuenta con 5 programas de pregrado y 5 programas de maestría, para el ciclo 2017 se reportaron 1 984 estudiantes inscritos.

Dicha facultad utiliza actualmente los edificios T-8 y T-9; el parqueo de dicha facultad tiene una capacidad de 293 parqueos; también, se utiliza el edificio de Uviger el cual puede aparcar 120 vehículos y el CEDA (Centro Experimental Docente de Agronomía) que constituye el espacio para la realización de laboratorios y prácticas agroforestales de la facultad, este cuenta únicamente con 8 parqueos que totalizan 421 parqueos.

La relación entre número de parqueos y cantidad de estudiantes es:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{421 \text{ parqueos}}{1\,984 \text{ estudiantes}} = 0,212 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.2. Parqueos, Facultad de Arquitectura**

La Facultad de Arquitectura fue fundada el 7 de junio de 1958, actualmente, posee dos programas de pregrado, la Licenciatura en Arquitectura y la Licenciatura en Diseño Gráfico; cuenta con 5 programas de maestría y 2 programas de doctorado.

Actualmente, la facultad cuenta con 3 563 alumnos inscritos; los cursos de esta facultad son impartidos en los edificio T-1 y T-2; la capacidad del parqueo del edificio T-2 es de 310 espacios, adicional se cuenta con 101 parqueo en las periferias universitarias, que totalizan 411 parqueos.

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{411 \text{ parqueos}}{3\,563 \text{ estudiantes}} = 0,115 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.3. Parqueos, Facultad de Ciencias Económicas**

La facultad de Ciencias Económicas fundada el 6 de agosto de 1937 se encarga de impartir 3 programas de pregrado y 6 programas de maestría; reporta 19 498 alumnos inscritos para el ciclo 2017.

Los cursos son impartidos en los edificios S-3, S-6, S-9, edificio S-8, S-10 y S-12. La disponibilidad del parqueo S-9/S-10 es de 398 el cual es de uso exclusivo de la facultad, comparte los parqueos de Recursos Educativos, S-7/S-8, S-8/S-6, S-3/S-6 y S-1; suman 439 espacios disponibles más; esto totaliza 837 parqueos disponibles para esta facultad.

Dando una relación de cantidad de estudiantes sobre número de parqueos de:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{837 \text{ parqueos}}{19\,498 \text{ estudiantes}} = 0,043 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.4. Parques, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales**

La Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales fundada en 1686 es una de las más antiguas de la Universidad, cuenta con más de 18 030 estudiantes. Otorga a nivel de grado la Licenciatura en Ciencias Jurídicas con el título de Abogado y Notario. A nivel de postgrado cuenta con 14 programas.

Dicha facultad utiliza actualmente los edificios S-2, S-5, S-7 y S-12; las áreas de parqueo cercanas a estos totalizan 616 espacios disponibles para esta facultad; la relación entre estudiantes y cantidad de parqueos disponibles es:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{616 \text{ parqueos}}{18\,030 \text{ estudiantes}} = 0,034 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.5. Parques, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia**

La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia fundada en 1840 cuenta con 2 programas de pregrado, cuenta con más de 2 041 estudiantes inscritos para el año 2017.

Se imparten los cursos correspondientes en los edificios T-10, T-11, T-12, bioterio; la disponibilidad de parqueos para esta facultad asciende a lo siguiente.

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{522 \text{ parqueos}}{2\,041 \text{ estudiantes}} = 0,256 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.6. Parqueos, Calusac**

El Centro de Aprendizaje de Lenguas cuenta con 625 alumnos inscritos para el ciclo 2017; adicional, alberga a estudiantes de varias facultades que tienen como requisito el idioma inglés; cuenta con un parqueo nuevo con 178 parqueos el cual no está abierto al público actualmente; la mayoría de sus jornadas se llevan a cabo los fines de semana, utiliza los edificios S-13, S-12 y Calusac, lo cual da un total de 341 espacios disponibles.

La relación entre estudiantes y número de parqueos es:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{341 \text{ parqueos}}{625 \text{ estudiantes}} = 0,545 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.7. Parqueos, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

El Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA) es una unidad académica de la Usac ubicada en el campus central; cuenta únicamente con 113 alumnos inscritos y 53 espacios para estacionar, lo cual da una relación entre estos de:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{53 \text{ parqueos}}{113 \text{ estudiantes}} = 0.469 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.8. Parqueos, Facultad de Humanidades**

La Facultad de Humanidades fundada en 1944 cuenta con 6 programas de postgrado, cuenta con más de 20 931 estudiantes.

Dicha facultad utiliza actualmente los edificios S-4, M-7, EFPEM y Aula Magna; la relación estudiantes número de parqueos es la siguiente:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{441 \text{ parqueos}}{20\,931 \text{ estudiantes}} = 0,021 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.9. Parqueos, Facultad de Ingeniería**

La Facultad de Ingeniería fundada en 1880 es la facultad más grande e importante de la Universidad de San Carlos de Guatemala; cuenta con 12 programas de pregrado y 8 programas de posgrado; la población es de 12 779 para el ciclo 2017.

Debido a la alta población utiliza diversos edificios del campus para su funcionamiento: edificios T-1, T-3, T-4, T-5, T-6, T-7, S-12, S-11, edificio de laboratorios de ingeniería, edificio de EPS.

Los espacios para parqueo de dicha facultad ascienden a 1 153. La relación entre población y parqueos es:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{1\,153 \text{ parqueos}}{12\,779 \text{ estudiantes}} = 0,090 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.10. Parqueos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia fundada en 1957 cuenta con dos escuelas: Escuela de Medicina Veterinaria y Escuela de Zootecnia. Esta facultad ocupa actualmente los edificios: M-6 y M-7.

Los espacios para parqueo de dicha facultad abarca 119 parqueos; cuenta con 1 173 estudiantes inscritos, lo cual da una relación población sobre número de parqueos de:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{119 \text{ parqueos}}{1\ 173 \text{ estudiantes}} = 0,101 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.11. Parqueos, Facultad de Odontología**

Los estudios de odontología se iniciaron en Guatemala en forma organizada con la fundación del Instituto Dental como una dependencia de la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia, el 1 de mayo de 1895. En 1926 se separa la Facultad de Medicina y Cirugía de la de Farmacia; así mismo, fue establecida la Escuela de Odontología como una unidad de la Facultad de Ciencias Médicas. Posteriormente, en 1940 se crea la Facultad de Odontología.

La Facultad de Odontología actualmente cuenta con más de 1 063 estudiantes y utiliza actualmente los edificios M-1, M-2, M-3 y M-4. Las áreas de parqueo para dicha facultad contabilizan 562.

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{562 \text{ parqueos}}{1\ 063 \text{ estudiantes}} = 0,528 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### **3.3.12. Parqueos EFPEM**

La escuela de formación de profesores de enseñanza media cuenta con 4 334 estudiantes inscritos para el ciclo 2015, los cuales tienen acceso a cuatro parqueos en los alrededores de las instalaciones de dicha escuela; estos contabilizan un total de 441 parqueos disponibles para dicha escuela.

La relación número de estudiantes/ parqueos disponibles es la siguiente:

$$\frac{\text{Parqueos disponibles}}{\text{Número de estudiantes}} = \frac{441 \text{ parqueos}}{4\,334 \text{ estudiantes}} = 0,101 \text{ parqueos/ estudiante}$$

### 3.4. Demanda de parqueos por unidad académica

Según los datos obtenidos, las unidades académicas con mayor número de estudiantes para los parqueos disponibles son los siguientes:

Tabla XXIV. **Unidades académicas con menor cantidad de parqueos disponibles en relación a número de estudiantes**

Unidad académica	Parqueos disponibles/ Número de estudiantes
Facultad de Humanidades	0,021
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales	0,034
Facultad de Ciencias Económicas	0,043
Facultad de Ingeniería	0,090
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	0,101
EFPEM	0,101
Facultad de Arquitectura	0,115
Facultad de Agronomía	0,212
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	0,256
Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA)	0,469
Facultad de Odontología	0,528
Ciencias Lingüísticas	0,545

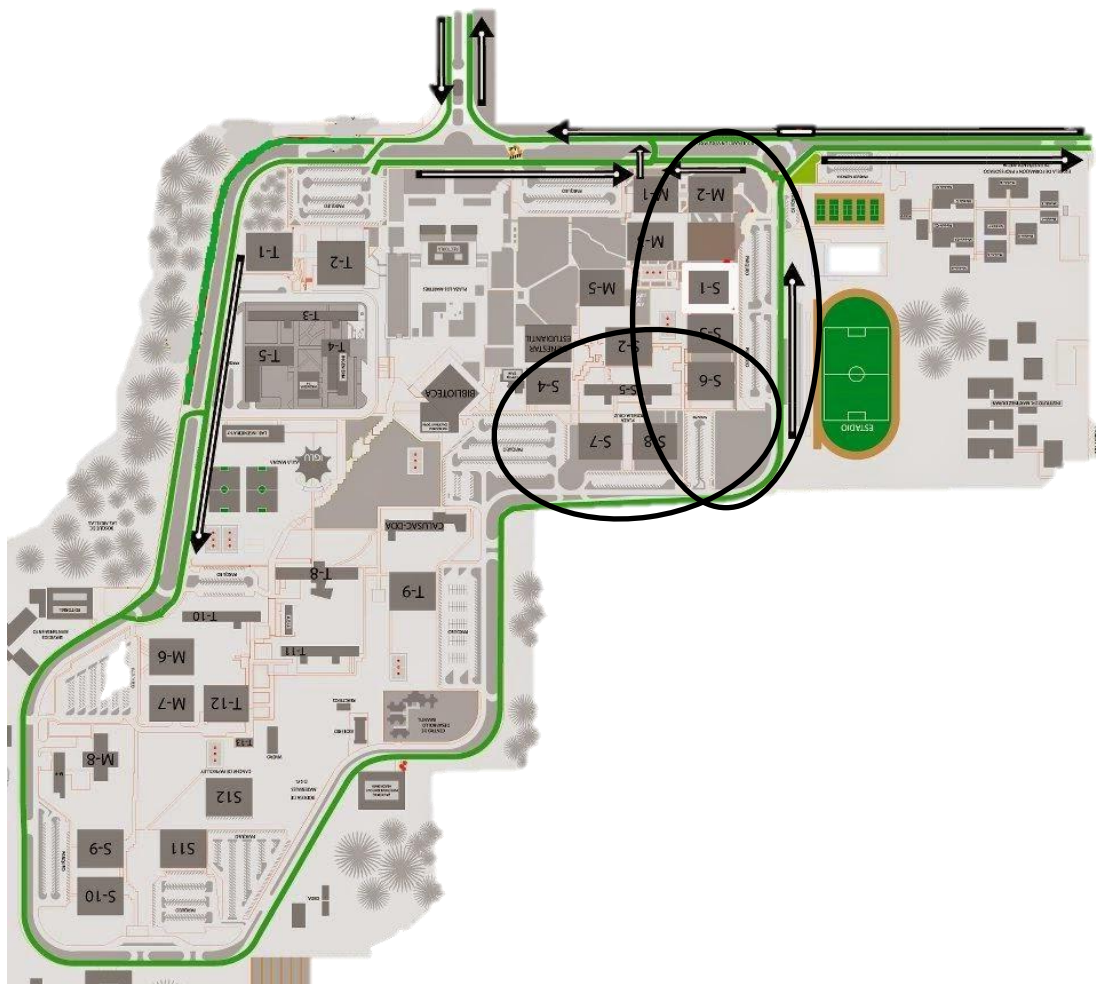
Fuente: elaboración propia.

Se observa que los parqueos utilizados por las unidades académicas con menor cantidad de parqueos disponibles en relación a la cantidad de estudiantes coinciden con los parqueos con mayor demanda/capacidad; esto confirma de que existe una problemática en cuanto a distribución de facultades respecto a la cantidad de parqueo en el área este del campus universitario.



En el siguiente gráfico se observa como el aglomeramiento de las facultades con mayor número de alumnos y la poca capacidad de parqueo afecta el transitar universitario.

Figura 5. **Aglomeración de facultades con alta población estudiantil**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Es necesario minimizar la cantidad de vehículos que transitan por el lado este universitario para buscar la manera que transiten la menor cantidad de

vehículos que no pertenecen a las facultades existentes en el sector; esto para mejorar la viabilidad dentro del campus; esto se puede lograr mediante un reordenamiento de las vías dentro del campus y mediante la implementación de un egreso universitario adicional.

Adicional es recomendable reordenar la ubicación de las facultades con mayor número de estudiantes o aumentar la capacidad de parqueos en las zonas donde estas se concentran para realizar mejoras de infraestructura así como el aumento de esta.

## **4. TRÁNSITO DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

### **4.1. Situación actual**

A continuación, se presenta la situación actual del tránsito dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### **4.1.1. Infraestructura**

La infraestructura actual del campus central no fue diseñada desde ningún punto de vista para las condiciones actuales; varias unidades académicas deben restringir el número de estudiantes debido a que la capacidad en infraestructura en temas como edificaciones, parqueos, bibliotecas, áreas comunes y laboratorios no es la adecuada.

Esta deficiencia indica que es de vital importancia realizar mejoras en la infraestructura del campus con el fin de facilitar al estudiante como al personal administrativo que desarrollen sus actividades diarias en un ambiente adecuado y que estas sean más productivas.

En la propuesta vial que se da a conocer posteriormente se enfatiza en la mejora de la infraestructura de accesos universitarios, parqueos y pasarelas.

#### **4.1.2. Afluencia vehicular**

Debido a que no existen datos de años anteriores con respecto a la afluencia vehicular dentro del campus central es imposible determinar el

comportamiento que este ha tenido; sin embargo, tomando como referencia el crecimiento vehicular de la ciudad de Guatemala según el parque vehicular registrado en la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT).

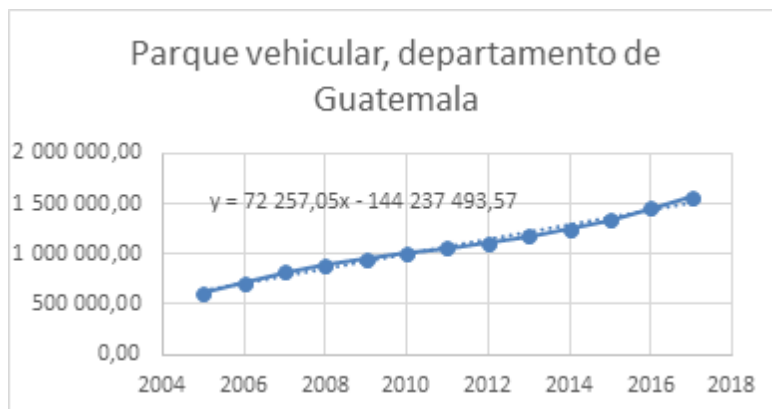
Tabla XXV. **Cantidad de vehículos en ciudad de Guatemala**

Año	Parque vehicular, departamento de Guatemala
2005	608 961
2006	708 267
2007	817 175
2008	893 097
2009	949 693
2010	1 005 939
2011	1 055 939
2012	1 110 913
2013	1 176 512
2014	1 247 657
2015	1 340 682
2016	1 454 051
2017	1 559 885

Fuente: Sistema de recaudación Superintendencia de Administración Tributaria (SAT). p. 49

Graficando a continuación los datos obtenidos, se determina una línea de tendencia de carácter lineal.

Figura 6. **Cantidad de automotores en el departamento de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

El resultado de la línea de tendencia es  $y = 72\,257,05x - 144\,237\,493,57$ , con dicha ecuación se determina los valores del crecimiento anual para el departamento de Guatemala.

**Tabla XXVI. Crecimiento anual de vehículos en el departamento de Guatemala**

<b>Año</b>	<b>Parque vehicular, departamento de Guatemala</b>	<b>Crecimiento anual</b>
2005	608 961,00	
2006	708 267,00	16,3 %
2007	817 175,00	15,4 %
2008	893 097,00	9,3 %
2009	949 693,00	6,3 %
2010	1 005 939,00	5,9 %
2011	1 055 939,00	5,0 %
2012	1 110 913,00	5,2 %
2013	1 176 512,00	5,9 %
2014	1 247 657,00	6,0 %
2015	1 340 682,00	7,5 %
2016	1 454 051,00	8,5 %
2017	1 559 885,00	7,3 %
2018	1 577 233,3	1,1 %
2019	1 649 490,4	4,6 %
2020	1 721 747,4	4,4 %
2021	1 794 004,5	4,2 %
2022	1 866 261,5	4,0 %
2023	1 938 518,6	3,9 %

Fuente: elaboración propia.

Dentro del departamento de Guatemala existe una tendencia en el aumento de automotores, este constante incremento se ve reflejado en el campus de la universidad; aunque la tendencia de la población estudiantil está en declive (ver tabla XXII), al comparar los datos de uso de parqueos del 2016 a 2017 se registra un aumento en este, lo cual indica que a pesar de que existen menos estudiantes dentro del campus central hay una mayor cantidad de usuarios del campus central con automotores.

De los datos obtenidos del promedio de vehículos que permanecen dentro del campus (ver tabla X), se analiza que el mayor número de automotores que permanecen dentro de los parqueos internos es 4 561 automóviles en promedio para los días de medición, este valor pasa los 4 497 parqueos internos disponibles dentro del campus (ver tabla XI).

Tomando en cuenta el crecimiento de los automotores para el departamento de Guatemala, se determina en cuánto tiempo los 5 805 parqueos efectivos disponibles (internos y externos) ya no serán suficientes para las demandas de la población universitaria.

Tabla XXVII. **Crecimiento anual de vehículos dentro del campus**

<b>Año</b>	<b>Crecimiento anual</b>	<b>Vehículos dentro del campus</b>
2017	7,3 %	4 561,00
2018	1,1 %	4 611,17
2019	4,6 %	4 823,28
2020	4,4 %	5 035,51
2021	4,2 %	5 247,00
2022	4,0 %	5 456,88
2023	3,9 %	5 669,70
2024	3,7 %	5 879,48

Fuente: elaboración propia.

Según el crecimiento anual de automotores para el año 2 024 la cantidad de parqueos disponibles dentro del campus central no logrará cubrir la cantidad de demanda de vehículos que desean permanecer dentro de la universidad.

#### **4.1.3. Horarios de mayor afluencia vehicular**

Durante las mediciones de ingresos y egresos al campus central se determinó que la mayor afluencia vehicular se presenta para los ingresos

durante las jornadas matutina (6:30 – 7:30 horas) y vespertina (14:30-16:40 horas) y para los egresos a partir de las 16:30 horas.

A pesar de que los accesos presentan una gran afluencia vehicular y que el transitar dentro del campus es complicado y los datos obtenidos muestran un alza durante estos horarios.

#### **4.1.4. Medidas actuales para ordenamiento vial**

Actualmente, se toman diversas medidas para contrarrestar el tráfico dentro del campus, dichas acciones son llevadas a cabo por la policía de la universidad; las medidas actuales más relevantes son:

- Se colocan conos en el primer retorno al ingresar por el acceso del periférico para evitar que existan embotellamientos cerca del acceso y dificulte el ingreso vehicular, ya que este retorno es utilizado para ingresar al carril continuo a rectoría donde muchos estudiantes son recogidos en este sector, lo que crea así bloqueos mientras los automóviles están detenidos.
- Se colocan conos en la curva continua al retorno de arquitectura con el fin de evitar que los automóviles que quieren retornar entren en conflicto con los que desean ingresar al parqueo de la Facultad de Arquitectura.
- Se colocan policías en las cercanías al acceso del Periférico para mejorar la eficiencia del flujo vehicular.
- Se colocan conos en los carriles que desembocan en el egreso del Periférico para que los automóviles que desean continuar dentro de las

periferias universitarias y los que desean egresar se distribuyan correctamente.

- La implementación del carril reversible después de las 19:00 horas, esto debido a que el ingreso de automóviles después de dicha hora es muy limitado y el egreso de estos es elevado.
- Se bloquea con conos la 29 calle de la zona 12 para restringir el paso de automóviles mientras se cuenta con el carril reversible para evitar que los carros que ingresan topen con los que egresan.

#### **4.2. Población universitaria**

Existen 90 000 estudiantes inscritos para el ciclo 2017 en las unidades académicas que se encuentran dentro del campus central; durante este año la población estudiantil disminuyó considerablemente (ver tabla XXII), esto puede atribuirse a los diversos procesos de admisión que existen actualmente dentro de la universidad y las limitantes de ciertas unidades académicas en cuanto a sus recursos para suplir la demanda estudiantil, se prevé que el número de estudiantes no varíe en gran manera en los próximos años por lo que una buena reorganización vial dentro del campus podría ser útil para dar un mejor servicio a los estudiantes por muchos años.



## **5. PROPUESTA VIAL**

### **5.1. Mejora de la infraestructura**

Debido a que la infraestructura no fue diseñada para soportar las necesidades actuales se debe mejorar para cumplir con lo requerido con el fin de que los diversos integrantes del campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala logren desempeñar sus actividades eficientemente bajo las condiciones adecuadas.

#### **5.1.1. Acceso por el anillo periférico**

Debido a la importancia del acceso ubicado en el periférico de la ciudad se propone lo siguiente:

- La implementación de un bordillo que evite que los buses provenientes de la 31 calle de la zona 12 se estacionen o interfieran en el transitar de los vehículos que egresan de la universidad.
- Solicitar a la municipalidad de Guatemala que coloque una parada de buses sobre la 31 calle de la zona 12, ubicada por lo menos a 150 metros de distancia entre la intersección de la 31 calle y 11 avenida con el fin de alejar la aglomeración de buses rojos del flujo vehicular universitario.
- Prohibir que cualquier automóvil, bus privado o público se estacione sobre la 11 avenida de la zona 12.

- Durante horas pico prohibir que se recojan estudiantes en el retorno en U que se encuentra próximo al ingreso universitario.
- La implementación de pasarelas para evitar que los peatones interfieran en el paso de los vehículos, así como la colocación de barandas o flores para impedir de que no se use la pasarela.
- No permitir el egreso a ningún vehículo que transite en contra via antes de los horarios establecidos.
- Detener el transitar de vehículos por la 11 avenida en dirección hacia el campus antes de habilitar el carril reversible, con el fin de evitar que haya conflicto entre los carros que ingresan y los que egresan.
- No permitir que se utilice como parqueo el periférico universitario 200 metros después de los accesos.

### **5.1.2. Acceso por la avenida Petapa**

Para que el acceso de la avenida Petapa funcione con una mayor eficiencia se propone lo siguiente:

- Prohibir el uso de los dos carriles del acceso como parqueo, que sean únicamente de tránsito.
- La implementación de pasarelas para evitar que los peatones interfieran en el paso de los vehículos, así como la colocación de barandas o jardineras para impedir de que no se use la pasarela.

- Reubicar las paradas de bus cercanas al acceso universitario, colocándose a una mayor distancia para evitar que buses interfieran con los vehículos que egresan del campus.
- Liberar la carga vehicular mediante la implementación de otro acceso universitario.

### **5.1.3. Parqueos del campus central**

La capacidad actual de parqueos internos es sobrepasada por la demanda en las horas pico, lo cual obliga a los estudiantes a utilizar los parqueos externos, lo que crea así dos factores que entorpecen el transitar dentro del campus en los horarios donde existe mayor caos: el bloqueo de los automóviles que esperan ingresar a los parqueos internos y el bloqueo que causan los automotores en las proximidades a los accesos universitarios.

A medida que se aumente el número de parqueos internos dentro del campus estos dos factores disminuirán, por lo que se propone crear más parqueos internos, esto sin descuidar que estos interrumpen el flujo vehicular.

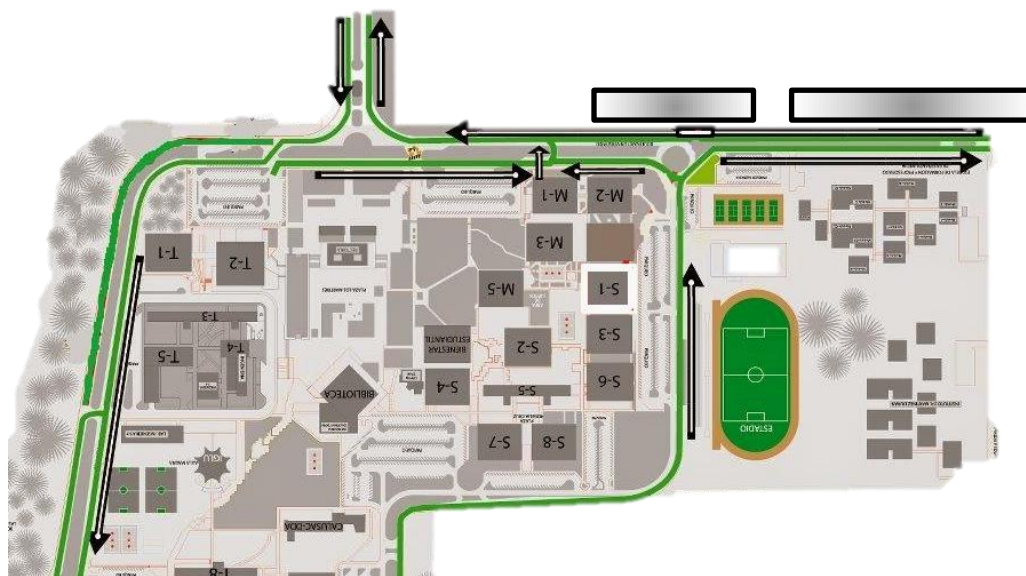
Debido a que el campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala es considerado patrimonio nacional no se pueden edificar torres de parqueo, por lo que para aprovechar en mayor medida el área existente todos los parqueos que se edifiquen a futuro deben contar con parqueo subterráneo para aumentar la capacidad de estos.

Entre las mejoras al sistema de parqueos se propone lo siguiente:

- Pintar los parqueos exteriores para aumentar la capacidad de estos para evitar así que los vehículos utilicen en mal forma el espacio existente; también, evitar que se estacionen en lugares prohibidos.
- Mejorar la seguridad en las periferias universitarias, la colocación de cámaras de vigilancia, aumentar el número de policías que cuiden los automóviles que aparquen en los parqueos exteriores, con el fin de brindar mayor seguridad a los estudiantes y que estos puedan estacionarse sin ningún inconveniente.
- Mejorar el control interno de cada parqueo, no permitir que ingresen más vehículos de los que el parqueo puede contener.
- Delimitar un espacio donde los automóviles que desean ingresar al parqueo esperen que no interfiera con el flujo vehicular, el número de automóviles en cola de espera debe ser limitado, los otros vehículos deberán de continuar hacia otro parqueo.
- En el lado este del campus existe una concentración de unidades académicas, entre ellas las tres con la mayor cantidad de estudiantes inscritos para el ciclo 2017 (Humanidades, Ciencias Económicas, Ciencias Jurídicas y Sociales); si a esto se suma la poca disponibilidad de parqueos en el área y que este es un punto obligatorio de paso para la mayoría de los vehículos que se retiran del campus, se obtiene una gran dificultad de transitar por el área durante las horas pico por lo que se propone lo siguiente:

- Quitar todos los parqueos exteriores que se encuentran a un costado del EFPEM para permitir que los dos carriles puedan trabajar a su máxima capacidad al momento de ser requerido.
- La creación de parqueos en este sector, localizados sobre el área continua al ingreso de la Petapa como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7. **Propuesta de parqueos EFPEM**



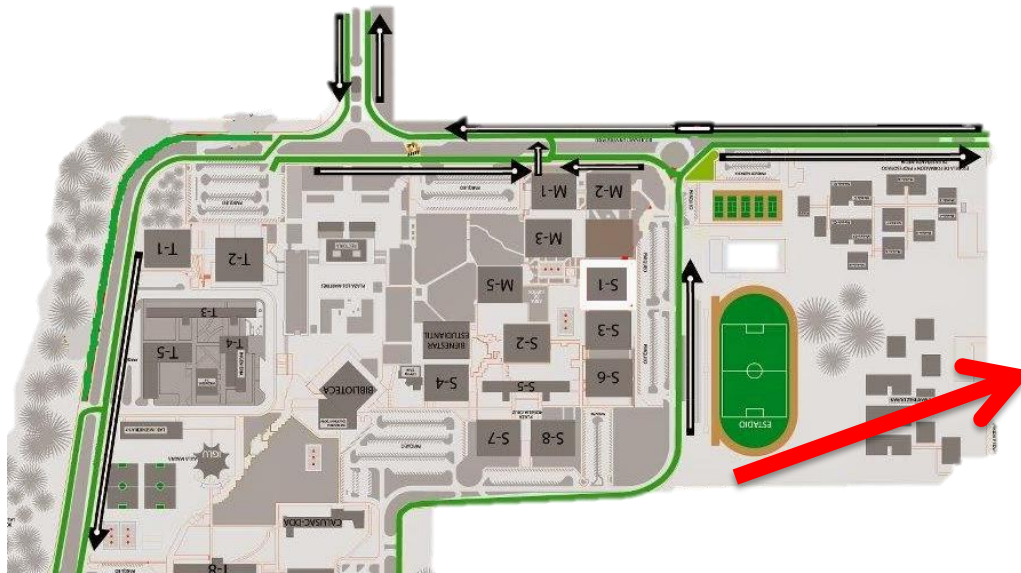
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

#### 5.1.4. **Construcción de otro acceso universitario**

Se logró observar que a pesar de que la mayor parte de los automóviles que transitan por el campus central ingresan y egresan por el periférico universitario; muchos pasan por el redondel ubicado a un costado del edificio M2, el punto más crítico del transitar en el campus universitario; por lo tanto, se

propone liberar la carga de este punto con una salida ubicada a un costado del polideportivo como se muestra en la siguiente figura.

Figura 8. **Propuesta de egreso universitario**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Este será un egreso únicamente ya que el ingreso de vehículos aumentará la carga en el redondel el cual se pretende liberar; de igual manera, existe a pocos metros el ingreso de la avenida Petapa.

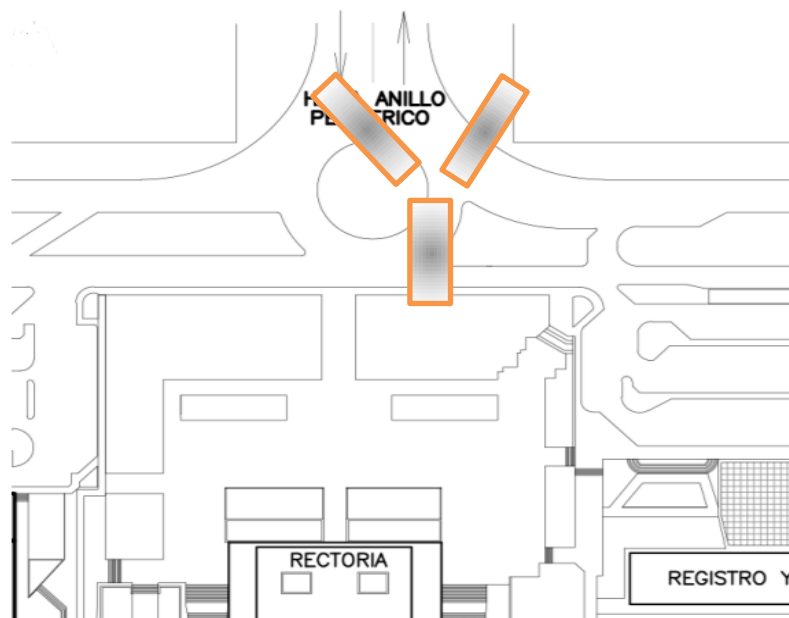
### 5.1.5. **Construcción de pasarelas**

La cantidad de estudiantes que ingresa al campus central a pie es considerable, al no existir ingresos peatonales que no interfieran con el transitar de los automóviles se debe buscar una solución para que los peatones no entorpezcan el flujo vehicular; la creación de pasarelas en los dos accesos

universitarios es primordial, ya que durante los cambios de jornada la afluencia peatonal es alta al igual que la afluencia vehicular, que las dos deben circular por el mismo espacio físico causa que estas no sean eficientes.

Dichas pasarelas se deben de colocar lo más cercano posible a los accesos con el fin de evitar que los estudiantes por evitar caminar una mayor distancia no le den el uso apropiado; de igual manera, se propone colocar jardineras en los espacios entre los accesos y las pasarelas para evitar que los estudiantes no utilicen las pasarelas, se propone colocar las pasarelas de la siguiente manera.

Figura 9. **Propuesta de pasarelas en el acceso por el periférico**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 10. **Propuesta de pasarelas en el acceso por la avenida Petapa**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

## 5.2. Mejoras en la viabilidad

A continuación, se presentan las mejoras en la viabilidad.

### 5.2.1. Creación de policía de tránsito universitario

Debido a que actualmente la policía se encarga de organizar el tránsito y todo lo referente al tránsito, se propone crear una sección especializada de policía de tránsito la cual está encargada de todo lo referente al tránsito.

Implementar un reglamento interno de tránsito, donde se especifiquen todas las normas y leyes de tránsito internas dentro del campus central.

Creación de infracciones que estén ligadas al sistema de estudiantes de la universidad con normativas y sanciones con el fin de crear una cultura vial



donde todos los integrantes del campus colaboren para mejorar el transitar dentro del campus.

### 5.2.2. Cambio en las vías del periférico universitario

El flujo vehicular dentro del campus es unidireccional en su mayoría, actualmente, únicamente de la segunda entrada del parqueo de la Facultad de Ingeniería hacia rectoría existe un carril en contra vía permanente; únicamente, los estudiantes de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Arquitectura utilizan esta vía para egresar con mayor facilidad del campus; utilizan dicha vía para evitar el gasto innecesario de gasolina y tiempo que conlleva darle la vuelta a todo el periférico universitario.

Tomando en cuenta los datos anteriormente analizados de la demanda semanal promedio durante febrero de 2017, se considera lo siguiente.

Tabla XXVIII. **Porcentaje de vehículos que tienen acceso a carril reversible**

	Parqueo	Promedio Semanal	Porcentaje
Carril reversible	T-2, Facultad de Arquitectura	1 890,6	7,04 %
	T-3, Facultad de Ingeniería	3 238,4	12,06 %
Sin carril reversible	Aula Magna	1 770,8	6,59 %
	EFPEM	1 278,8	4,76 %
	M-1, Facultad de Odontología	1 633,2	6,08 %
	M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	422,8	1,57 %
	M6, M-7, Facultad de Veterinaria	1 910,4	7,11 %

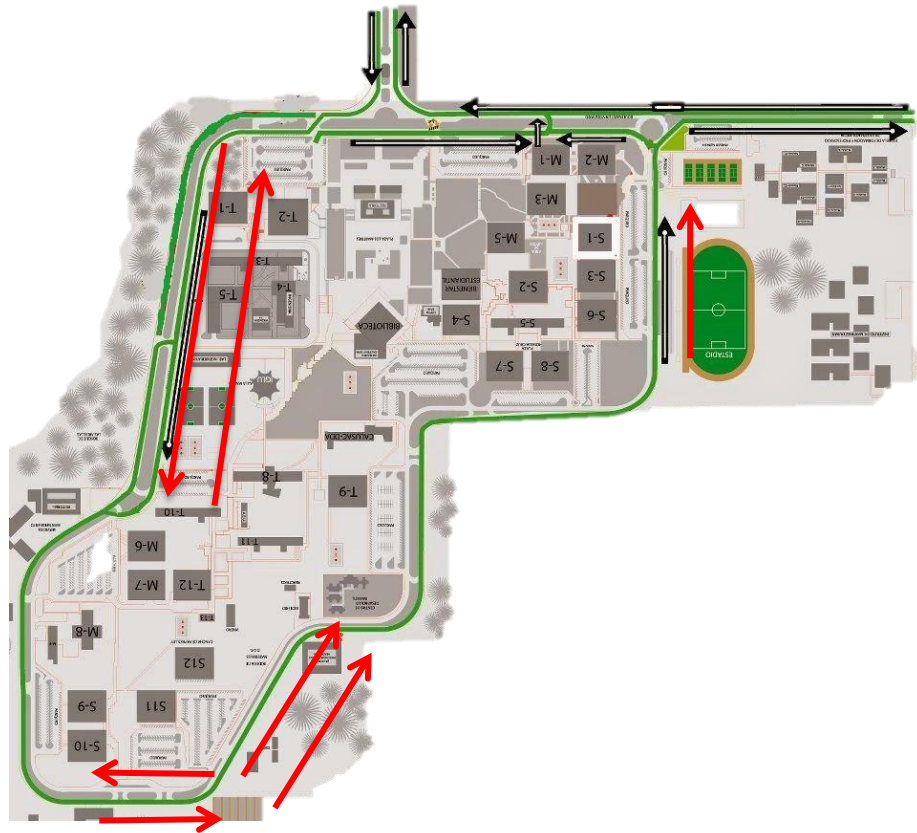
Continuación de la tabla XXVIII.

Piscina	266,4	0,99 %
Recursos Educativos	3 901,8	14,53 %
S-11, S-12, Facultad de Ciencias Económicas	5 925,6	22,07 %
S-3, S-6, Facultad de Ciencias Económicas	2 407,4	8,96 %
S-7, S-8	907,4	3,38 %
T-10 Norte, Facultad de Farmacia	808,4	3,01 %
Vivero Petapa	491,8	1,83 %
Total	26 853,8	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Actualmente, el 19,10 % del total de vehículos que se estacionan en los parqueos internos de la universidad cuentan con una salida directa para egresar del campus, el otro 80,09 % de los automóviles deben rodear el campus para salir. Si se considera que de igual manera el 66 % de los vehículos egresan por el acceso del Periférico, se determina que en su gran mayoría muchos de estos deben gastar recursos innecesarios como tiempo y gasolina para egresar de la universidad; por esto se propone modificar las vías de los dos carriles del periférico universitario como se muestra en la siguiente figura.

Figura 11. Propuesta de reordenamiento vial



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El carril interno debe transitar en dirección al acceso del Periférico desde la salida del parqueo que se encuentra a un costado del S11 y en dirección contraria desde este punto, esto ya que dicho parqueo está conectado con los parqueos de los edificios S12 y S13 así los universitarios de estas edificaciones pueden retirarse de la manera que más les convenga.

Se deben adecuar los retornos para que los carros que ingresan por el acceso del periférico logren retornar de una manera adecuada e ingresar a los parqueos de sus facultades, al realizar este cambio se obtiene lo siguiente.

Tabla XXIX. **Porcentaje de vehículos con acceso a carril reversible después de reordenamiento vial**

	Parqueo	Promedio Semanal	Porcentaje
<b>Carril reversible</b>	T-2, Facultad de Arquitectura	1 890,6	7,04 %
	T-3, Facultad de Ingeniería	3 238,4	12,06 %
	Aula Magna	1 770,8	6,59 %
	M6, M-7, Facultad de Veterinaria	1 910,4	7,11 %
	S-11, S-12, Facultad de Ciencias Económicas	5 925,6	22,07 %
	T-10 Norte, Facultad de Farmacia	808,4	3,01 %
<b>Sin carril reversible</b>	EFPEM	1 278,8	4,76 %
	M-1, Facultad de Odontología	1 633,2	6,08 %
	M-4, M-2 (Facultad de Odontología)	422,8	1,57 %
	Piscina	266,4	0,99 %
	Recursos Educativos	3 901,8	14,53 %
	S-3, S-6, Facultad de Ciencias Económicas	2 407,4	8,96 %
	S-7, S-8	907,4	3,38 %
	Vivero Petapa	491,8	1,83 %
	<b>Total</b>	<b>26 853,8</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Se logra que el número de vehículos que tienen salida directa al periférico aumente a un 57,88 %, esto ayudaría a liberar bastante carga vehicular en las vías aledañas al acceso por la avenida Petapa donde se encuentra una concentración de facultades con el mayor número de estudiantes, parqueos con poca capacidad respecto a la demanda y parqueos con ingresos mal diseñados que causan bloqueos en los carriles.

Adicional a esto se considera prudente dar un buen uso a la infraestructura vial que posee el campus, ya que parqueos como Recursos Educativos, M-4, M-2 (Facultad de Odontología), S-7,S-8, M-1 Facultad de Odontología, no cuentan con espacios para que los vehículos que pretenden ingresar a los parqueos permanezcan sin estorbar el transitar; por tal razón, se propone señalar de forma correcta las periferias universitarias para que los carriles internos sean utilizados por los automóviles que desean ingresar a los parqueos próximos; es decir, el carril externo sea únicamente para los vehículos que desean avanzar dentro del campus y cambiar al carril externo en el cruce más cercano al ingreso del parqueo donde se pretende aparcar, con el fin de crear un flujo constante dentro de las vías.

### **5.2.3. Carril reversible periférico universitario**

Actualmente, a partir de las 19:30 cuando el ingreso de vehículos disminuye se utilizan los cuatro carriles del periférico universitario para el egreso de vehículos, por lo que se debe restringir el transitar de vehículos en contra vía antes de la hora estipulada del carril reversible, debe haber una policía de tránsito universitaria para regular que se cumpla.



## CONCLUSIONES

1. La Universidad de San Carlos de Guatemala, como indica la Constitución Política de la República de Guatemala, es la encargada de impartir la educación superior del país. Por lo tanto, mientras siga vigente la constitución, la universidad está obligada a cumplir con las demandas educacionales de la población, además, que se lleven dentro de un ambiente favorable y con las condiciones adecuadas.
2. Se observó que no existe información actualizada por parte de APARUSAC respecto a la cantidad de espacios para parquear dentro de sus instalaciones; por lo tanto, se realizó una contabilización dentro de los parqueos universitarios con el fin de determinar la capacidad que posee actualmente la universidad.
3. Se llevó a cabo un recuento de los parqueos disponibles en el periférico universitario; durante este proceso se identificó que varios de los automóviles que se estacionan en estas áreas lo realizan aleatoriamente desperdiciando espacio; por lo tanto, sería de gran beneficio señalar dichos parqueos para obtener el aprovechamiento máximo del área.
4. Se realizó un estudio de flujo vehicular en los accesos universitarios que determinó que durante el ingreso de la primera jornada y el egreso de la última los accesos no se logran dar a vasto con la cantidad de vehículos que deben transitar; es por eso que se debe mejorar la circulación vehicular y llevar a cabo mejoras en la infraestructura para evitar pérdida de recursos por parte de los estudiantes debido al tráfico.

5. Los parqueos internos en el campus difieren en capacidad y demanda entre sí, es por esto que se llevó a cabo un análisis de las visitas de cada parqueo durante un tiempo determinado; se concluyó que los parqueos con mayor demanda respecto a su capacidad se encuentran localizados en la misma área geográfica dentro del campus para crear así una aglomeración de vehículos en el lado este del recinto universitario; es por esto que se debe realizar un reordenamiento de unidades académicas basado en las demandas de cada una de ellas.
  
6. El campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con dos carriles dentro de su periférico, estos delimitados por área verde; actualmente, los dos carriles se dirigen en el mismo sentido, lo cual provoca que la gran mayoría de los estudiantes deban de rodear la universidad innecesariamente; por lo que un reordenamiento en las vías de los carriles del periférico universitario sería de gran utilidad.



## RECOMENDACIONES

### A la División de Seguridad

1. La universidad, mejorar la seguridad en los parqueos que se encuentran en el periférico universitario con la implementación de cámaras, botones de pánico y más policías que rondan las periferias universitarias, ya que con esto se logrará mejorar la confianza para utilizar los parqueos externos y disminuirá la cantidad de vehículos que únicamente utilizan los parqueos con seguridad los cuales causa bloqueos en los ingresos de los parqueos.

### A PARUSAC

2. Mejorar el sistema de control de cuantos vehículos están dentro de cierto parqueo para dejar ingresar únicamente a cierta cantidad de nuevos clientes,

### A la universidad

3. Crear más parqueos en las áreas donde hay mayor aglomeración de estudiantes, sin descuidar que estos parqueos tengan los accesos apropiados para que no interfieran con el transitar del periférico y agregando niveles subterráneos a estos para aumentar la capacidad sin utilizar una mayor área.

4. Delimitar y señalar áreas específicas para los vehículos que deseen ingresar a los parqueos, para que las autoridades puedan solicitar a los vehículos que estén fuera de esta área que continúen circulando hacia el siguiente parqueo.
5. Delimitar y señalar todas las áreas de parqueo del periférico universitario con el fin de un mejor aprovechamiento del espacio físico existente, restringiendo de igual manera el parqueo en zonas cercanas a los accesos universitarios.
6. Realizar un reordenamiento de edificios otorgados a las diversas facultades y escuelas de la universidad; este reordenamiento basado en la cantidad de alumnos y las jornadas que atiende dichas facultades, con el fin de evitar el aglomeramiento de unidades académicas con alta población estudiantil en la mismo sector del campus.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BARREDA, Alenka. *Propuesta para el crecimiento urbano del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación de Arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura, 2002. 142 p.
2. CAZALI, Augusto. *Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala época republicana*. Guatemala: Editorial Universitaria, 2001. 525 p.
3. Departamento de Registro y Estadística, Universidad de San Carlos de Guatemala. *Estudiantes inscritos 2010 – 2015*. [En línea]. <[https://rye.usac.edu.gt/formularios\\_rye/AvanceEstad03\\_2010/2015.pdf](https://rye.usac.edu.gt/formularios_rye/AvanceEstad03_2010/2015.pdf)>. [Consulta: 29 de agosto de 2017].
4. FARUSAC. *Reporte de ingresos a parqueos*. [En línea]. <[http://sitios.usac.edu.gt/wp\\_auditoria/wp-content/uploads/2014/10/Manual-parqueos.pdf](http://sitios.usac.edu.gt/wp_auditoria/wp-content/uploads/2014/10/Manual-parqueos.pdf)>. [Consulta: 29 de agosto de 2017].
5. MENÉNDEZ, Luis. *La educación en Guatemala 1954 – 2004, enfoque Histórico – Estadístico*. Guatemala: Editorial Universitaria, 2006. 380 p.
6. ZETINA Ana. *Análisis para la optimización de las instalaciones físicas de la ciudad universitaria zona 12 universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de Graduación de Arquitectura. Universidad

de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura, 1991.  
236 p.