

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
APARCAMIENTO DE ROMPECABEZAS PARA MEJORAR EL PARQUEO
VEHICULAR EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA.**

LICENCIADO EDGAR RENÉ ROMAN PAZ

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE APARCAMIENTO DE ROMPECABEZAS PARA MEJORAR EL PARQUEO VEHICULAR EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Informe final de trabajo profesional de graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en el "Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación", Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

AUTOR: LIC. EDGAR RENÉ ROMAN PAZ

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal Segundo: Doctor. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal Tercero: Vacante
Vocal Cuarto: BR.CC.LL. Silvia María Oviedo Zacarías
Vocal Quinto: P.C. Omar Oswaldo García Matzuy

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE
GRADUACIÓN

Coordinador: MSc. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Evaluador: Dr. Caryl Orlando Alonso Jiménez
Evaluador: MSc. Josue Esau Belteton Salazar



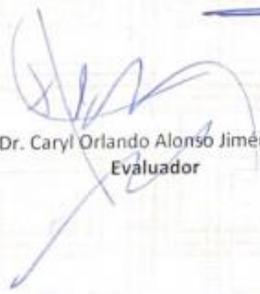
ACTA No. MFEP-12-2020

De acuerdo al Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, por lo que en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el Domingo 27 de septiembre de 2020, a las 10:00 horas, para practicar el EXAMEN PRIVADO DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACION del Licenciado **Edgar René Román Paz**, carné No. 200912592, estudiante de la sección **A** de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de **Maestro en Artes** en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el Instructivo, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

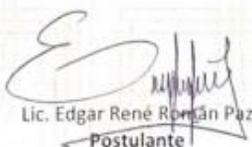
Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "**CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PUZZLE PARKING (APARCAMIENTO DE ROMPECABEZAS) PARA MEJORAR EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, ZONA 12, DEPARTAMENTO, DE GUATEMALA.**", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **88** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el estudiante atienda las siguientes recomendaciones: Que cada uno de la Terna Evaluadora incorporó en cada documento del Trabajo Profesional de Graduación que se adjunta, para lo cual dispone de cinco (5) días hábiles de acuerdo con el Instructivo para Elaborar Trabajo Profesional de Graduación para optar a la Maestría en Artes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los veintisiete días del mes de septiembre del año dos mil veinte.


Msc. Carlos Humberto Valadarez Gálvez
Coordinador


Dr. Caryl Orlando Alonso Jiménez
Evaluador


Msc. Josue Esau Beltetón Salazar
Evaluador


Lic. Edgar René Román Paz
Postulante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRIA EN ARTES EN FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS

ADENDUM al ACTA No. MFEP-12-2020

El infrascrito Coordinador del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Edgar Rene Román Paz carné No. 200912592 incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro de la terna evaluadora.

Guatemala, 6 de octubre de 2020.

(1)

Msc. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Coordinador

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por darme la sabiduría, el entendimiento y por guiarme en el proceso para alcanzar este éxito, que pongo delante de él.
- A MIS PADRES:** Edgar Roman y Marisol Paz, por siempre dar su mejor esfuerzo para que yo pudiera superarme en todos los ámbitos de mi vida, por apoyarme, por darme consejos y por tenerme en sus oraciones.
- A MI ESPOSA:** Gabriela Molina, por apoyarme, animarme y estar a mi lado para que juntos alcanzáramos este éxito.
- A MI HIJO:** René Javier, mi regalo de Dios, mi motivación, mi aliento y el que me inspira a alcanzar este triunfo.
- A MI HERMANA:** Marina Roman, por su cariño y por su apoyo, es mi aliento para ser un buen ejemplo para ella.
- A MI ABUELA:** Bertha Fratty, que, aunque ya no está físicamente, ella siempre puso su confianza en mí, en que marcaría la diferencia y sé que desde el cielo ella celebra hoy este triunfo alcanzado.

A MIS FAMILIARES:

Que siempre han estado pendientes y fueron apoyo para alcanzar esta meta.

A MIS AMIGOS:

Que siempre me alentaron a seguir adelante y que fueron de gran apoyo para llegar a este triunfo.

A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:

Por proporcionarme todas las herramientas necesarias para alcanzar este éxito.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Por ser la casa de estudios que me ha formado profesionalmente.

CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	iii
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Estacionamiento	7
2.1.1 Tipos de estacionamiento	7
2.1.1.1 Según su modalidad de funcionamiento	7
2.1.1.2 Según su clasificación arquitectónica	8
2.2 Sistema de aparcamiento de rompecabezas.....	8
2.2.1 Características de un proyecto de construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas	10
2.2.1.1 Componente económico y financiero	10
2.2.1.2 Componente legal	11
2.2.1.3 Componente ambiental.....	12
2.3 Centros de estudios superiores	12
2.4 Universidad de San Carlos de Guatemala.....	13
2.4.1 Campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	14
3. METODOLOGÍA.....	15

3.1	Definición del problema	15
3.2	Delimitación del problema	23
3.2.1	Unidad de análisis	23
3.2.2	Período a investigar	23
3.2.3	Ámbito geográfico.....	23
3.3	Objetivos	23
3.3.1	Objetivo general.....	23
3.3.2	Objetivos específicos	24
3.4	Justificación.....	24
3.5	Método científico	25
3.5.1	Fase indagadora	26
3.5.2	Fase demostrativa	26
3.5.3	Fase expositiva	26
3.6	Técnicas de investigación aplicadas	27
3.6.1	Técnicas de investigación documental	27
3.6.2	Técnicas de investigación de campo.....	27
3.6.3	Técnicas de muestreo	29
4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
4.1	Objetivos	23

4.2 Ubicación	32
4.2.1 Uso y necesidad de parqueos en la Facultad de Ciencias Económicas.....	32
4.2.2 Uso y necesidad de parqueos en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales	34
4.2.3 Uso y necesidad de parqueos en la Facultad de Humanidades	34
4.2.4 Uso y necesidad de parqueos en la Facultad de Ingeniería	36
4.2.5 Necesidad de plazas de parqueo	37
4.3 Estudio de mercado	39
4.3.1 Relación entre capacidad de parqueo y la fluidez del tráfico dentro del campus central.	40
4.3.1.1 Del estacionamiento.....	40
4.3.1.2 Del tráfico dentro de la universidad.....	44
4.4 Estudio técnico	49
4.4.1 Tipos de sistema de aparcamiento de rompecabezas adecuado a la infraestructura de los parqueos del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.	49
4.4.1.1 Sistema de aparcamiento de rompecabezas general.....	49
4.4.1.2 Sistema de aparcamiento de rompecabezas multinivel.....	50
4.4.2 Sistema propicio para la implementación.....	51
4.4.3 Aspectos técnicos del aparcamiento de rompecabezas	52

4.4.4 Estudio de tiempos	56
4.4.5 Mejora en tiempos	60
4.5 Estudio económico	62
4.6 Estudio ambiental	65
4.7 Estudio Legal.....	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	74
ÍNDICE DE TABLAS.....	79
ÍNDICE DE GRÁFICAS	81
ÍNDICE DE FIGURAS	82

RESUMEN

En el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado en zona 12 de la Ciudad Capital, se ha desarrollado a través de los años una problemática que hoy aqueja a estudiantes, docentes y visitantes de esta casa de estudios. El ingreso a las instalaciones principalmente en los horarios de cambio de jornada es realmente difícil, creándose filas de automóviles que esperan llegar a ubicarse en un parqueo apropiado, por lo que se plantea la formulación del perfil de un proyecto en las instalaciones consistente en la construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas que aumente el número de plazas disponibles y cubra las necesidades de parqueo para los estudiantes y personal que labora dentro del campus.

La ejecución del método científico se presentó a través de sus tres fases, en la fase indagadora la utilización de fuentes secundarias y encuestas fue fundamental para la recopilación de información necesaria para entonces en la fase demostrativa, hacer uso de diferentes métodos de análisis y síntesis que permitieron el tratamiento adecuado de la información para establecer las conclusiones de la problemática existente en esta casa de estudios. Y, por último, presentar de forma escrita, por medio del presente informe los resultados obtenidos.

Con la realización de esta investigación se pudo determinar que la problemática del tráfico dentro de las instalaciones que aqueja tanto a estudiantes, docentes, trabajadores y visitantes de la universidad, es bastante grave, pues en ocasiones le puede tomar a una persona cincuenta minutos llegar al lugar al que se dirige desde la entrada al campus, recorrido que en situaciones normales no toma más de cinco minutos. de acuerdo con los encuestados una causa importante de esta situación es la falta de plazas de parqueos, pues obliga al visitante no solo a utilizar su tiempo en la búsqueda de un lugar apropiado para dejar su vehículo,

sino también a aparcar en lugares impropios disminuyendo los carriles para circular, cuestión que ralentiza el tránsito.

El sistema de aparcamiento de rompecabezas ofrece la posibilidad de aumentar las plazas disponibles sin necesidad de hacer cambios drásticos de construcción dentro del campus, para esto las ubicaciones óptimas deben enfocarse en las áreas de parqueo aledañas a los edificios con mayor afluencia de alumnos, siendo estos el S-3, S-7, S-9, S-12 y T-1, en estas áreas se imparten los cursos de las facultades de Ciencias Económicas, Ciencias Jurídicas y Sociales, Humanidades e Ingeniería con mayor número de inscritos, que además coinciden en jornada. La implementación de 8 torres de parqueo aumentaría en un 95% las plazas disponibles y reduciría en 50.48% el tiempo de ingreso y estacionamiento actual, para lo que se requiere la inversión de un poco más de veintiún millones de quetzales.

INTRODUCCIÓN

La universidad de San Carlos de Guatemala siendo la única universidad estatal de Guatemala, cuenta con más de doscientos mil estudiantes inscritos al 2019, los cuales aumentan año con año. El campus central de esta casa de estudios se ubica en zona 12, donde las instalaciones cubren alrededor de 177 manzanas de terreno, sin embargo, por la creciente población y las necesidades de un transporte seguro, el número de vehículos que ingresan diariamente a esta universidad también ha aumentado, haciendo insuficientes las áreas de parqueo ubicadas dentro del campus. Aunque en el pasado se han desarrollado estudios enfocados en resolver la problemática, estos no presentan la utilización de aparcamientos robotizados como propuesta de implementación. Algunos incluso se enfocan únicamente un área de parqueo determinada. Situación que hace necesario investigar la problemática planteando la siguiente pregunta: ¿Mejora la construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas el parqueo vehicular en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

Se propone el aumento de plazas de estacionamiento a través de un proyecto de implementación de un sistema de parqueo robotizado de aparcamiento de rompecabezas el cual permite duplicar la capacidad sin necesidad de sacrificar áreas verdes o extenderse en construcciones que necesitan largos procesos de excavación y creación de sótanos. Con esta medida podría disminuirse notablemente el tráfico dentro del campus y reducir los problemas derivados del problema general y que afectan tanto a estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes.

El objetivo general de la investigación, desarrollar una propuesta de construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se complementa con los objetivos específicos los cuales se expresan así: analizar las ubicaciones óptimas para la implementación de un sistema de aparcamiento de rompecabezas, con base en la

necesidad de plazas de parqueo, correspondiente a la afluencia de estudiantes, para aminorar la congestión vehicular; identificar el sistema de aparcamiento de rompecabezas que se adecue a la infraestructura de los parqueos del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para determinar los costos de implementación; establecer la relación que existe entre la capacidad de parqueo y la fluidez del tráfico dentro del campus central con base en el análisis de variables cuantitativas para determinar el grado de mejora en la problemática actual.

El presente informe de trabajo profesional de graduación consta de los siguientes capítulos: El capítulo uno, expresa los antecedentes, el marco referencial teórico y empírico de la investigación; el capítulo dos, marco teórico, contiene la exposición de los conocimientos base para el estudio realizado, analizando las teorías y enfoques desde la planificación y ejecución del proyecto; el capítulo tres, metodología, contiene la explicación en detalle del proceso a través del cual se llevó a cabo la resolución del problema de investigación planteado, el cual utiliza un enfoque mixto, considerando factores tanto cuantitativos como cualitativos.

El capítulo cuatro, describe en detalle los resultados obtenidos en el proceso de investigación, respondiendo al planteamiento de los objetivos específicos. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada, que se derivan en la notable reducción del tiempo de ingreso a la universidad al implementar el proyecto de construcción y aumentar con esto en un 95% las plazas de parqueo disponibles.

1. ANTECEDENTES

Los antecedentes, permiten conocer las referencias previas al estudio que se realiza, de su objeto de estudio y unidad de análisis, a través de la percepción de la información base relacionada con la construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, permite comprender los acontecimientos que derivaron a la problemática actual.

El surgimiento del vehículo fue el nacimiento de la necesidad de contar con un espacio disponible para estacionar este, ya sea en casa o en las diferentes áreas de la ciudad, pues el traslado de la población en automotor requería contar con un aparcamiento disponible en las calles de la ciudad. Con el avance de la tecnología y las ideas revolucionarias, y en vista de la necesidad derivada del aumento del número de vehículos circulando en las calles, surgen nuevos sistemas que optimizan los espacios disponibles para este fin.

El desarrollo de los sistemas de Aparcamiento Robotizado tiene 100 años de historia. A lo largo de este tiempo el desarrollo tecnológico y la filosofía de aplicación en la ciudad han ido evolucionando en paralelo desde los más elementales sistemas mecánicos de apilamiento, a principios de siglo, a las completas familias de sistemas con gestión informatizada del año 2004. Evolución técnica y conceptual que culmina hoy, cuando disponemos de familias de dispositivos y mecanismos con los que podemos resolver, con calidad y a la medida, la implantación de aparcamientos robotizados para cualquier ubicación, necesidad del usuario y uso (Integral Park Systems, 2004)

En el siglo XIX se crean las herramientas técnicas necesarias para asegurar la elevación tanto de personas como de objetos, y da la pauta para la reestructuración de los aparcamientos. Los primeros sistemas automatizados de

aparcamiento se basan en la llamada Noria Vertical que brinda la posibilidad de apilar los vehículos en espacios reducidos en metros cuadrados. En los años 30 se desarrollan estos sistemas implementando elementos nuevos que son utilizados aún en estos días, como las cabinas de recepción de vehículos, brazos mecanizados, entre otros. Para los años 50 ya se veían aparcamientos totalmente robotizados, a partir de ese momento el trabajo en este tipo de sistemas se ha centralizado en mejorar y adaptar las posibles combinaciones entre maquinaria y aprovechamiento del espacio a manera de hacer más eficiente el proceso. La incorporación de la informática le ha dado valor a este tipo de sistemas, pues facilita de sobremanera el manejo y mantenimiento de estos (Integral Park Systems).

En Guatemala, la utilización de sistemas automatizados de aparcamiento se ha incrementado con el correr del tiempo, en zona 1 de la ciudad capital, donde el espacio designado para estacionarse es limitado es donde pueden observarse este tipo de sistemas más comúnmente.

Aunque existen estudios relacionados con la situación actual de los parqueos dentro de la ciudad universitaria, la mayoría se derivan de trabajos de graduación de las facultades de arquitectura e ingeniería, se han realizado propuestas de aparcamientos automatizados, más no de un sistema de aparcamiento de rompecabezas.

En la facultad de ingeniería se realizó un estudio que plantea “Elaborar el diseño de una talanquera automática para el cobro mediante tarjeta HiD y boletas de pago, además de un sistema automatizado que permita mantener control sobre la disponibilidad de espacios en el parqueo del edificio T-3” (Stalling, 2012).

También se realizó una investigación enfocada en, como lo menciona Velásquez (1995), “Desarrollar un proyecto de viabilidad técnica y económica que contribuya

a la solución del problema de escasez de áreas de parqueo” el cual se enfoca en la totalidad de los parqueos dentro de la ciudad universitaria.

El estudio denominado “Propuesta arquitectónica de áreas de parqueos en altura para la ciudad universitaria” (Tánchez, 2008) propone la construcción de tres torres de parqueos consistentes en cuatro niveles cada una, ubicados en terrenos cercanos al Aula Magna.

Otro trabajo de graduación elaborado en la facultad de ingeniería plantea la “creación de un edificio de sótanos ubicado en parte del área de la PLAZA DE LOS MÁRTIRES, con ingreso y egreso, por el parqueo del M-6 y M-7 al oeste, en calidad de sótano” (Cabrera, 2005).

Estudios enfocados en proponer mejoras significativas para la problemática de parqueos dentro de la ciudad universitaria ya existen, sin embargo, no han sido implementados, ya que requieren de una gran inversión económica, además de crear dificultades en la circulación interna al momento de la construcción.

2. MARCO TEÓRICO

En el marco teórico se describen teorías, conceptos y enfoques teóricos utilizados para fundamentar la investigación relacionada con la construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas en los parqueos del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con la intención de plasmar las bases conceptuales necesarias para que la investigación se desarrolle dentro del marco establecido.

Inicialmente se desarrolló la información relacionada al tipo de infraestructura que se propone en el presente trabajo de investigación, definiendo para esto, que es un estacionamiento.

2.1 Estacionamiento

Un estacionamiento, parqueo o aparcamiento es un lugar destinado para ubicar un vehículo que estará por un tiempo determinado estacionado. Un “estacionamiento equivale a aparcamiento y se trata de un concepto utilizado para mencionar la ubicación de los vehículos cuando dejan de estar en circulación” (Editorial Definición MX, 2015).

2.1.1 Tipos de estacionamiento

Existen varios criterios para definir el tipo de estacionamiento. Uno de ellos es según su modalidad de funcionamiento y otro según su clasificación arquitectónica, en Biblus (2018) los describen así:

2.1.1.1 Según su modalidad de funcionamiento

- a. **Parking con chofer:** se le conoce de esta forma a una estructura desarrollada para aparcar varios vehículos, siempre y cuando el aparcamiento sea por parte de un conductor designado por la instalación, generalmente se conoce como valet parking.

- b. **Garage:** instalación diseñada para estacionar vehículos, en este tipo de estructuras el conductor de este es el encargado de estacionar y recoger el automóvil en el lugar que a su facilidad convenga o que responda a la demanda de este.

- c. **Aparcamiento robótico:** este espacio se utiliza para el aparcamiento de automóviles sin conductor a través de un sistema de elevación y transporte que se moviliza mecánicamente.

2.1.1.2 Según su clasificación arquitectónica

- a. **Cubiertos:** se encuentran regularmente en un área cerrada o en el sótano del edificio, puede contar con diferentes niveles, y la conexión entre un nivel y otro es a través de rampas.

- b. **Abiertos:** son espacios de un solo nivel, suele contar con áreas verdes, y contar con espacios claramente delimitados para cada vehículo.

2.2 Sistema de aparcamiento de rompecabezas

Derivado de la necesidad de aprovechar el espacio en las ya sobrepobladas ciudades, surgen los sistemas robotizados de aparcamiento en horizontal, con la intención de maximizar el espacio, el sistema de aparcamiento de rompecabezas desplaza el automóvil tanto en horizontal como vertical para encontrar la correcta ubicación.

“El Sistema de aparcamiento de rompecabezas ha sido diseñado para proporcionar una gama de soluciones inteligentes de estacionamiento en múltiples pisos que permiten el estacionamiento independiente de varios automóviles. El espacio de estacionamiento

seleccionado se desplaza a la posición deseada por medio de un sistema de control automático y estos se pueden desplazar vertical u horizontalmente. Integran los últimos avances en tecnología de apilamiento y deslizamiento, maximizando la cantidad de vehículos que se pueden acomodar en el espacio disponible. Con sistemas anticaída, protección de sobrecarga hidráulica y excelente eficiencia energética, estos sistemas de estacionamiento tipo rompecabezas ofrecen soluciones de estacionamiento fiable, práctico y rentable para cumplir con todos los requisitos de estacionamiento de varios pisos.” (Swiss, 2018)

El sistema de aparcamiento de rompecabezas se utiliza en parqueos donde el espacio asignado es escaso, ya que permite apilar vehículos acomodándolos de manera que el espacio de optimice.

Los sistemas automatizados de aparcamiento utilizan un tipo de tecnología similar a la utilizada para el manejo mecánico de paquetes y la recuperación de documentos. El conductor deja el automóvil dentro de un área de entrada y la tecnología estaciona el vehículo en un área designada. Los elevadores hidráulicos o mecánicos de automóviles elevan el vehículo a otro nivel para un almacenamiento.

“El vehículo se puede transportar verticalmente (arriba o abajo) y horizontalmente (izquierda y derecha) a un espacio de estacionamiento vacío hasta que se necesite el automóvil nuevamente. Cuando se necesita el vehículo, el proceso se invierte y los elevadores de automóviles transportan el vehículo de vuelta a la misma área donde el conductor lo dejó. En algunos casos, se puede usar una plataforma giratoria para colocar el automóvil de modo que el conductor pueda conducir cómodamente sin la necesidad de retroceder.” (Charisma, 2017)

La implementación de un sistema como este implica ciertas características específicas de las cuales se desarrollan a continuación:

2.2.1 Características de un proyecto de construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas

Charisma (2017), menciona que entre las principales características de un sistema de aparcamiento de rompecabezas encontramos las siguientes:

“El Estacionamiento rompecabezas es un sistema de aparcamiento que combina movimientos horizontal y vertical de las plataformas y tarimas que se llevan a cabo para dar cabida a un mayor número de autos en el espacio disponible.

El sistema puede ser instalado en sótanos, o espacios abiertos fuera de los edificios. Estos sistemas son también muy económicos de operar y mantener. La estructura de la construcción es de acero, que es segura y duradera.

Las plataformas sencillas de la entrada se mueven verticalmente, siempre con unas plataformas en el nivel de la entrada primero se moverán a un lado para proporcionar un espacio vacío en el cual se baje o se levante la plataforma requerida.”

Se hace necesario conocer los diferentes componentes para la correcta implementación de este tipo de proyectos de construcción.

2.2.1.1 Componente económico y financiero

El fin último de este estudio, como se menciona en OBS Business School (2019) es analizar las necesidades de tipo económico y financiero que precisa la puesta en marcha del proyecto, con el propósito de ayudar a valorar si es rentable, o no, emprender el nuevo proyecto. Se trata, de conocer:

- La inversión económica necesaria y cómo se va a financiar.

- Estimar los costos y gastos que va a suponer la puesta en marcha del proyecto
- Valorar los posibles ingresos para realizar un cálculo aproximado de los beneficios que puede dar el proyecto.

Para este estudio económico, debe estructurarse de la siguiente manera:

- a. Las inversiones:** en todo proyecto existen tres tipos de inversiones, cuya suma proporcionará el total de inversiones necesario para poner en marcha el proyecto.
- b. Los gastos totales:** Son los gastos totales que va a suponer el proyecto. Para obtener este resultado es preciso analizar.
- c. Los costos:** Se trata de los costos de producción, dentro de los que se encuentran las materias primas, materiales y recursos necesarios para crear el producto o dar el servicio. Estos costos se pueden clasificar en función de su valor, como variables o fijos.
- d. Ingresos:** Por otro lado, en el estudio económico, además de los gastos, hay que realizar una valoración del dinero que se estima se puede recaudar gracias a la venta del producto o servicio realizado y de otros tipos de ingresos que puedan beneficiar la rentabilidad del proyecto.

2.2.1.2 Componente legal

El estudio de factibilidad de un proyecto de inversión debe asignar especial importancia al análisis y conocimiento del cuerpo normativo que regirá la acción del proyecto, tanto en su etapa de origen como en su implementación y ulterior puesta en marcha. Tal y como se expresa en Ingenotas (2012). En ningún proyecto, por muy rentable que sea, podrá llevarse a cabo si no se encuadra en el marco legal de referencia en el que se encuentran incorporadas las disposiciones

particulares que establecen lo que legalmente está aceptado por la sociedad; es decir, lo que se manda, prohíbe o permite a su respecto específico.

2.2.1.3 Componente ambiental

El componente ambiental de un proyecto estará determinado por el beneficio o perjuicio que se le pueda hacer al medio ambiente por la influencia del proyecto ya sea en su etapa de construcción o en el desarrollo de este. Así como las medidas que se aplicarán para reducir el impacto que se provoque. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, 2005)

2.2.1.4 Componente mercado

En Estudio de mercado ORG (2018) exponen que un estudio de mercado es el conjunto de acciones que se ejecutan para saber la respuesta del mercado Target (demanda) y proveedores, competencia (oferta) ante un producto o servicio. Con respecto a la competencia, necesitaremos un mínimo de datos, quienes son y por cada uno de ellos volúmenes de facturación, cuota de mercado, evolución, empleados, costes de producción, etc. todo lo que podamos recabar.

2.3 Centros de estudios superiores

Los centros de estudios superiores, mayormente conocidos como universidades brindan a la población la oportunidad de continuar con sus estudios, además muchas de estas también cumplen funciones de investigación y como entes representantes ante las decisiones de Estado. En Guatemala existen al momento un total de 16 universidades, de estas solamente una es estatal, 12 son privadas y 3 son indígenas, comunitarias e interculturales. La universidad del estado presenta la posibilidad de acceso a educación superior a costos realmente bajos comparados con las universidades privadas, por lo que la afluencia de estudiantes en esta es por mucho mayor.

2.3.1 Infraestructura para la educación superior

Los centros universitarios, por ser planteles educativos deben contener infraestructura mínima que facilite los procesos de enseñanza que se llevan a cabo dentro de ellos.

Gatica (2010) al respecto menciona: que es el conjunto de unidades educacionales dedicadas a la enseñanza superior y la investigación. Un centro universitario es una extensión de la universidad, donde se puede impartir clases o cursos a nivel de licenciatura o maestría, dirigidos a un grupo especial, o que así lo requiera la región, este debe contar con todos los servicios y poder brindar comodidad a los estudiantes por medio de tecnología y servicios que este pueda prestar. Este debe contar con aulas especialmente diseñadas para poder obtener un mayor desempeño por parte de los alumnos y lograr una mejor divulgación del mensaje pedagógico por parte de los catedráticos. También cuenta con salones virtuales, áreas de trabajo, biblioteca, laboratorios de computación, cafeterías, áreas verdes, parqueos, etc.

2.4 Universidad de San Carlos de Guatemala

De acuerdo a lo que se establece en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala:

La Universidad de San Carlos de Guatemala es una institución autónoma, con personalidad jurídica, cuya sede central ordinaria es la ciudad de Guatemala. Su fin fundamental es elevar el nivel espiritual de los habitantes de la República, conservando, promoviendo y difundiendo la cultura y el saber científico. Cuando lo estime conveniente, o sea requerida para ello, colaborará en el estudio de los problemas nacionales, sin perder por eso su carácter de centro autónomo de investigación y cultura (Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1947).

2.4.1 Campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala

El campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala también conocido como Ciudad universitaria ubicada en Zona 12 de la ciudad capital cuenta con al menos treinta y cinco edificios dedicados a recibir estudiantes para tomar los cursos de las diversas carreras. También se encuentran edificios adicionales en donde se ubican laboratorios y centros de práctica. Además de un número considerable de oficinas administrativas. Asimismo, se encuentran alrededor de 19 áreas de parqueo distribuidas en la periferia de las instalaciones.

3. METODOLOGÍA

El presente capítulo presenta la metodología utilizada para la puesta en marcha del estudio realizado, donde se plantea el detalle de cómo se define el problema planteado para la construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas en el campus central de la universidad de San Carlos de Guatemala.

3.1 Definición del problema

Actualmente el campus central de la universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con 17 espacios asignados para el parqueo, los cuales totalizan en 3,770 plazas para vehículos y 600 para motocicletas distribuidos en todo el campus. Estos espacios se han mostrado insuficientes, encontrándose en las horas de más afluencia estudiantil parqueos improvisados alrededor de la vía principal disminuyendo los carriles para transitar en un 70%. De acuerdo con los requerimientos en el Reglamento de la Municipalidad de Guatemala se requieren al menos 15 parqueos por aula dentro del campus, esto implica una necesidad de 5,276 plazas adicionales a las existentes. Para lo cual se planteó la pregunta:

¿Mejora la construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas el congestionamiento vehicular en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12, departamento de Guatemala?

Se planteó el establecimiento del grado de mejora que la construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas provocaría al problema ocasionado por la congestión vehicular que se padece en el campus central de la universidad en las horas de mayor afluencia. La unidad de análisis estuvo conformada en su mayoría por los alumnos, algunos docentes, colaboradores y visitantes, que ingresan o egresan del campus central en las horas de mayor afluencia vehicular.

La propuesta de solución que se plantea para el problema de investigación es la formulación del proyecto en las instalaciones del campus central de la universidad de San Carlos de Guatemala consistente en la construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas que aumente el número de plazas disponibles y cubra las necesidades de parqueo para los estudiantes y personal que labora dentro del campus.

3.2 Delimitación del problema

Se delimitó el problema a través de la especificación de los siguientes factores:

3.2.1 Unidad de análisis

Universidad de San Carlos de Guatemala en su campus central.

3.2.2 Período a investigar

El período de investigación es de junio de 2019 a julio 2020.

3.2.3 Ámbito geográfico

Zona 12, Departamento de Guatemala.

3.3 Objetivos

Los propósitos fundamentales del presente trabajo de investigación se plantean a continuación:

3.3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de construcción de un sistema de aparcamiento de rompecabezas en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12, departamento de Guatemala que contribuye a solucionar la demanda de parqueos, a raíz de la cantidad de vehículos que diariamente ingresan a Ciudad Universitaria.

3.3.2 Objetivos específicos

- a. Analizar las ubicaciones óptimas para la implementación de un sistema de aparcamiento de rompecabezas, con base en la necesidad de plazas de parqueo, correspondiente a la afluencia de estudiantes, para aminorar la congestión vehicular.
- b. Identificar el sistema de aparcamiento de rompecabezas que se adecue a la infraestructura de los parqueos del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para determinar los costos de implementación.
- c. Establecer la relación que existe entre la capacidad de parqueo y la fluidez del tráfico dentro del campus central con base en el análisis de variables cuantitativas para determinar el grado de mejora en la problemática actual.

3.4 Justificación

La Universidad de San Carlos de Guatemala en su campus central es la institución de educación superior más concurrida de Guatemala debido a la cantidad de alumnos inscritos, personal que labora dentro de las instalaciones, así como público en general que visita los diferentes edificios por los que está conformada, es debido a esta situación que sus calles, así como parqueos son de alta demanda. La circulación vehicular dentro de las instalaciones se ve mermada sobre todo en horas pico debido al poco espacio para transitar, siendo en su mayoría de un carril, derivado del uso del espacio como parqueo al no encontrar disponibilidad en las áreas asignadas para este fin.

Según datos de la Dirección General de Administración, a diario, un promedio de 18,000 a 22,000 vehículos, ingresan a la Universidad, más un promedio de 3,000 a 4,500 motocicletas. La mayoría de estos vehículos ingresan en las llamadas horas pico, de 7 a 8 a.m., de 5 a 6 p.m. de lunes a viernes y de 6:30 a 7:00 a.m. el fin de semana y 12:00 a 2:00 p.m. el sábado, para la entrada a la universidad y

para la salida de 5:00 a 6:00 y de 8:00 a 9:00 p.m. de lunes a viernes, 1:00 a 2:00 y 5:00 a 6:00 p.m. el sábado.

Es por esta razón que se hizo necesario la implementación de acciones que permitieran multiplicar los espacios de parqueo y en consecuencia liberar las calles para permitir la circulación fluida de vehículos, pues las largas colas ocasionadas por esta situación llegan a la altura de la Petapa y periférico, provocando tráfico denso en las afueras de la Universidad.

También es necesario mencionar que, debido a la cantidad de espacio a cubrir, la utilización de otros sistemas de parqueos se torna difícil, ya que cualquier obra de construcción, ampliación o remodelación presenta un desafío en logística de circulación tanto vehicular como peatonal, por lo que el sistema de aparcamiento de rompecabezas ofrece mejores oportunidades de ampliar los espacios que actualmente son utilizados como parqueo, los cuales se limitan a 3,770 automóviles y 600 motocicletas, ya que este sistema permitiría la ampliación de la capacidad sin necesidad de tomar otras áreas para este fin, pues la instalación se realiza en forma vertical.

El beneficio de la implementación de estos sistemas no es solo a la descongestión de las vías para la libre locomoción, sino que también mejora de gran manera el ornato de las instalaciones al no contar con vehículos que obstruyen la vía pública.

3.5 Método científico

El método científico es el fundamento de la presente investigación con enfoque mixto, a través del análisis de variables cuantitativas y cualitativas (Hernández, 2014), relacionadas con la mejora de la capacidad de almacenamiento vehicular de los parqueos del campus central de la universidad de San Carlos de Guatemala, para lo cual se aplicó dicho método en sus tres fases, las cuales se describen a continuación:

3.5.1 Fase indagadora

La cual se aplicó a través de la investigación y recopilación de información tanto de fuentes primarias como de secundarias, estableciendo líneas de búsqueda que permitieran resaltar datos que permitieron la solución y fundamentación del problema estudiado. En esta fase se hizo uso de técnicas y herramientas destinadas a recabar la información necesaria.

3.5.2 Fase demostrativa

En esta, se llevó a cabo el proceso de valoración, análisis y síntesis de la información recabada, para lo cual se aplicaron los siguientes métodos, los que permitieron realizar el proceso de esta fase de manera más objetiva y pertinente.

- **Método deductivo:** permitió obtener conclusiones específicas derivadas de la generalidad de la información, obtenida a través de fuentes primarias y secundarias.
- **Método sintético:** se relacionaron hechos en apariencia aislados para formar teorías unificadoras, para lo cual se hizo necesario sintetizar la información obtenida.
- **Método analítico:** se distinguieron los elementos de un fenómeno y se procedió a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado. Se extrajeron las partes de un todo, con el objeto de estudiarlas y examinarlas por separado.

3.5.3 Fase expositiva

Esta fase se sustenta bajo la fundamentación del presente informe, donde se expresan los resultados obtenidos a través de la implementación de los diferentes métodos y técnicas, que serán fundamentales para la toma de decisiones por parte de las autoridades de la unidad objeto de estudio.

3.6 Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas expresan la manera de utilizar los instrumentos en la aplicación del método de investigación científico. Las técnicas de investigación documental y de campo aplicadas en la presente investigación, fueron las siguientes:

3.6.1 Técnicas de investigación documental

Para la búsqueda de información de fuentes secundarias se implementaron diferentes técnicas de investigación documental que permitieran extraer datos de relevancia para la resolución del problema planteado. Para esto se consultaron diferentes bibliografías, revistas, artículos, documentos y trabajos de graduación profesional que contenían información relacionada al tema. Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

- **Lectura analítica:** se realizó la lectura detenida de la bibliografía utilizada para abstraer la información más relevante al tema, a manera de resaltar únicamente la información que para la investigación se presentaba más objetiva.
- **Fichas:** se hizo uso de fichas bibliográficas para anotar los datos relevantes de los documentos consultados y fichas de resumen para la síntesis de la información recopilada.

3.6.2 Técnicas de investigación de campo

Para la investigación de campo se implementaron diversas técnicas que permitieron recopilar información de primera mano para su posterior análisis, entre estas:

- **Observación directa:** aplicada principalmente en la observación de la problemática planteada, al observar de primera mano el desenvolvimiento del proceso de ingreso y egreso de la universidad, así como de los

parqueos de las diferentes unidades académicas, haciendo énfasis en los aparcamientos de los edificios más concurridos.

- **Encuesta:** se utilizó un cuestionario de preguntas cerradas (anexo 1) para encuestar a la población afectada por la problemática, de la cual se resaltan estudiantes y profesionales que ingresan o egresan a las instalaciones de la universidad en horarios de congestión vehicular.

Para dar solución a la problemática que dio origen a esta investigación se realizaron los siguientes procesos descritos a continuación:

- Análisis de la problemática y de las causas y posibles soluciones a esta.
- Búsqueda de bibliografía que permitiera desarrollar el marco teórico, necesario para establecer la base sobre la cual se planteaba la resolución del problema.
- Análisis y búsqueda de los diferentes sistemas de parqueo robotizado, buscando el que podría adaptarse de mejor manera a las instalaciones de la universidad.
- Preparación del instrumento de recolección de información primaria.
- Encuesta a personas afectadas por la problemática a través de medios electrónicos.
- Tabulación, levantamiento de información con sus respectivas gráficas, así como el análisis de esta, buscando sintetizar la información que de explicación a fondo del problema y efectos de este ante a población san carlista.

- Investigación de información técnica tanto de la universidad de San Carlos de Guatemala, como de los sistemas robotizados a utilizar, y la mejor manera de implementar esté tipo de proyectos.
- Búsqueda de información complementaría de los estudios necesarios para la implementación de los proyectos de este tipo.
- Elaboración del presente informe para cumplir con la etapa demostrativa del método científico.

3.6.3 Técnicas de muestreo

Para la aplicación de la encuesta estructurada se realizó el cálculo de una muestra representativa de la población conformada por los conductores de los 20,000 vehículos que ingresan al campus central en promedio al día, para lo cual se determinó de manera probabilística aplicando la fórmula con un 95% de confianza, además se hizo uso del azar sistemático para la elección de los encuestados, para lo cual se utilizó la fórmula de Pickers (2015).

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Donde:

N = 22,000
Q = 0.50

Z = 1.96
D = 0.05

P = 0.50

$$n = \frac{21128.8000}{55.9579}$$

$$n = 378$$

Se determinó una muestra de 378 personas, a las cuales se les aplicó la encuesta de investigación.

4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este capítulo expone los resultados de la investigación realizada, con relación a la implementación de un sistema robotizado en las áreas de parqueo del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala y como este sería un factor determinante en la reducción del congestionamiento vehicular dentro de las instalaciones en horas pico. Inicialmente se investigó la necesidad de este tipo de sistemas en los estacionamientos aledaños a los edificios que mantienen mayor concentración de estudiantes, por lo que el acceso a un lugar de aparcamiento apropiado es fundamental.

4.1 Objetivos

El establecimiento de los objetivos del proyecto permiten guiar las acciones de este en caminados hacia un mismo fin.

4.1.1 Objetivo General

Aumentar en al menos 70% el número de plazas disponibles para parqueo dentro del campus central, en el corto plazo, a través de instalaciones robotizadas prefabricadas.

4.1.2 Objetivos específicos

- Establecer torres de parqueo robotizado en áreas de parqueo aledañas a los edificios académicos que mayor afluencia estudiantil tienen.
- Reducir los embudos provocados en el tránsito dentro del campus por el tiempo que toma ubicar una plaza disponible cercana al edificio académico.
- Disminuir el tiempo que toma ingresar a la universidad, llegar al destino y aparcar el automóvil en un 50%.

- Instalar un sistema de parqueos que no modifique la distribución actual del campus y no sacrifique áreas verdes.

4.2 Ubicación

Con el fin de determinar la ubicación óptima para la implementación del sistema de aparcamiento de rompecabeza, se hizo necesario determinar a través del análisis de los edificios con mayor afluencia de estudiantes. De acuerdo con datos estadísticos del Departamento de Registro y Estadística del año 2018, las facultades con mayor número de alumnos inscritos son: Facultad de Ciencias Económicas con 21,700 estudiantes, la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales con 20,601, la Facultad de Humanidades con 16,130 y la Facultad de Ingeniería con 14,345. Estos corresponden a las diferentes carreras que ofrecen dichas facultades clasificadas en pre - grado, grado y post grado, por lo que, desagregando a los estudiantes regulares de las áreas de estudios más solicitadas, se realizó el siguiente análisis.

4.2.1 Uso y necesidad de parqueos en la Facultad de Ciencias Económicas

La Facultad de Ciencias Económicas una de las más grandes de la Universidad de San Carlos de Guatemala por el número de estudiantes inscritos, cuenta con doce mil, doscientos trece alumnos regulares en la jornada diaria, los cuales en su mayoría asisten a clases en horario de 17:30 a 20:30 horas.

En la tabla siguiente, se muestra la distribución de estos de acuerdo con las carreras de licenciatura que ofrece la facultad.

Tabla 1: Alumnos inscritos en la Facultad de Ciencias Económicas, plan diario.

	Primer ingreso	%	Reingreso (regulares)	%	Total	%
Contaduría Pública y Auditoría	974	8%	5,967	49%	6,941	57%
Economía	80	1%	477	4%	557	5%
Administración de Empresas	748	6%	3,967	32%	4,715	38%
Total	1,802	15%	10,411	85%	12,213	100%

Fuente: Elaboración propia con base en información del Departamento de Registro y Estadística, USAC, 2018.

Actualmente, la Facultad de Ciencias Económicas utiliza los edificios S - 9 y S - 10 para los estudiantes que cursan el área común, el edificio S – 3 donde se distribuyen los salones del área profesional de las licenciaturas de Contaduría y Auditoría Pública y Administración de Empresas, el área profesional de la Licenciatura en Economía se recibe en el Edificio S – 6, donde además se ubican oficinas administrativas. El edificio S – 8 se designó exclusivamente para oficinas administrativas. El último semestre de las tres carreras y la jornada vespertina en su área común se imparten en el edificio S – 12, el cual se comparte con otras facultades.

En un estudio realizado en 2015 por la Universidad de San Carlos se estableció que al menos el 35% de estudiantes utilizaban automóvil, es decir, de los 12,213 alumnos que asisten diariamente a recibir clases en la Facultad de Ciencias Económicas, 4,275 utilizan vehículos.

4.2.2 Uso y necesidad de parqueos en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales

La Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, cuenta con tres jornadas, siendo la nocturna la que más estudiantes tiene inscritos, para impartir los cursos correspondientes cuentan con el Edificio S - 12 para los alumnos del área común, y el edificio S - 2 para los cursos del área profesional. El edificio S – 7 es utilizado para oficinas administrativas de la facultad. Actualmente cuentan con al menos 13,052 alumnos regulares, tal y como se muestra en la tabla 3.

Tabla 2: Alumnos inscritos en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.

	Primer ingreso	%	Reingreso (regulares)	%	Total	%
Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogacía y Notariado	1,593	12	11,459	88	13,052	100

Fuente: Elaboración propia con base en información del Departamento de Registro y Estadística, USAC, 2018.

El área de parqueo destinada para los edificios S - 7 y S - 2, es principalmente el parqueo ubicado en la parte trasera de la caja central y biblioteca, el cual debe ser compartido con alumnos de otras facultades cercanas, este cuenta con 390 plazas. El S – 12 cuenta con 160 plazas, que también deben ser compartidas, haciendo un total disponible de 550 espacios, de los 4,568 necesarios de acuerdo con el 35% de estudiantes que disponen de vehículo, existiendo un déficit real de 4,018 plazas adicionales.

4.2.3 Uso y necesidad de parqueos en la Facultad de Humanidades

La Facultad de Humanidades, posee una población considerable de alumnado, la cual se divide en diversas jornadas, principalmente quienes asisten en plan diario

en jornada matutina, vespertina o nocturna y quienes asisten fin de semana en jornada sabatina o dominical. Esta facultad ofrece estudios en Profesorado o Licenciatura de diferentes especialidades, quienes asisten de forma regular a clases, a continuación, en la tabla 3 se muestra el desglose de los alumnos inscritos en plan diario, los cuales totalizan en al menos 5,566, los cuales reciben clases principalmente en el edificio S – 4, utilizando el parqueo contiguo a este, compartido con la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.

Tabla 3: Alumnos inscritos en la Facultad de Humanidades, plan diario.

	Primer ingreso	%	Reingreso (regulares)	%	Total	%
Profesorado	2,902	52	1,942	35	4,844	87
Licenciatura	11	1	711	12	722	13
Total	2,913	53	2,653	47	5,566	100

Fuente: Elaboración propia con base en información del Departamento de Registro y Estadística, USAC, 2018.

Los alumnos en plan fin de semana utilizan para recibir sus cursos los edificios S - 12 y S – 4, compartiendo el parqueo aledaño al S – 12 con la Facultad de Ciencias Económicas. La tabla 4 muestra que en esta jornada se encuentran inscritos seis mil ciento siete estudiantes.

Tabla 4: Alumnos inscritos en la Facultad de Humanidades, plan fin de semana.

	Primer ingreso	%	Reingreso (regulares)	%	Total	%
Profesorado	603	9.8	4,082	67	4,685	76.8
Licenciatura	2	0.2	1,420	23	1,422	23.2
Total	605	10	5,502	90	6,107	100

Fuente: Elaboración propia con base en información del Departamento de Registro y Estadística, USAC, 2018.

Para los alumnos del plan diario, existe una necesidad de disponer de 1,948 parqueos, considerando que el 35% utiliza automóvil suponiendo que todos los disponibles sean utilizados por alumnos de la Facultad de Humanidades. Mientras que para los alumnos de plan fin de semana la demanda se hace mayor al necesitar al menos 2,137 plazas.

4.2.4 Uso y necesidad de parqueos en la Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería ofrece una variedad considerable de licenciaturas, así mismo, por la variedad de sus especialidades posee múltiples edificios destinados para albergar a sus estudiantes y laboratorios de práctica para estos mismos.

Tabla 5: Alumnos inscritos en la Facultad de Ingeniería, plan diario.

	Primer ingreso	%	Reingreso (regulares)	%	Total	%
Civil	173	2	1,332	12	1,505	14
Química	131	1	737	7	868	8
Mecánica	47	0.3	746	7	793	7.3
Eléctrica	73	0.5	552	5	625	5.5
Industrial	180	2	2,151	20	2,331	22
Mecánica Eléctrica	82	0.6	381	3	463	3.6
Mecánica Industrial	84	0.6	598	5	682	5.6
Ciencias y sistemas	443	4	2,189	20	2,632	24
Electrónica	112	0.9	760	8	872	8.9
Ambiental	24	0.1	152	1	176	1.1
Total	1,349	12	9,598	88	10,947	100

Fuente: Elaboración propia con base en información del Departamento de Registro y Estadística, USAC, 2018.

Actualmente se encuentran alrededor de diez mil novecientos cuarenta y siete alumnos inscritos en la Facultad de Ingeniería, según tabla 5. Los Edificios T - 1, T - 3, T - 4, T - 5, T - 6 y T - 7 son los asignados a dicha facultad la cual cuenta con 315 plazas de parqueo para los 3,831 alumnos que utilizan automotor, estos espacios, además, deben ser compartidos con la Facultad de Arquitectura.

4.2.5 Necesidad de plazas de parqueo

Considerando los datos anteriormente presentados, las cuatro facultades más grandes de la Universidad de San Carlos de Guatemala por el número de estudiantes que albergan, totalizan en 41,778 estudiantes regulares, como se

indica en tabla siete, es decir, que asisten a clases de lunes a viernes, cursando semestres de la carrera que les corresponda, se excluyen en este conteo, alumnos que tiene cierre de pensum y se encuentran en proceso de graduación pues la asistencia de estos no es constante.

Tabla 6: Total de Alumnos inscritos en las Facultades mencionadas.

	Total	%
Ciencias Económicas	12,213	29
Ciencias Jurídicas y Sociales	13,052	31
Humanidades*	5,566	14
Ingeniería	10,947	26
Total	41,778	100

Fuente: Elaboración propia con base en información del Departamento de Registro y Estadística, USAC, 2018. *plan diario

De acuerdo con el estudio mencionado anteriormente, ya que al menos 35% utilizan vehículo, serian al menos 14,622 los alumnos que asisten a clases en vehículo y necesitaría de un espacio apropiado y cercano a su lugar de estudios para aparcar el automóvil. Para esto se estima que en total se cuenta con 1,210 plazas de parqueo, como se indica en la tabla 7.

Tabla 7: Parqueos aledaños a los edificios utilizados por las diferentes Facultades.

	Plazas de parqueo	%
S – 9 y S - 10	220	18%
S - 12	160	13%
S – 3 y S - 6	125	10%
T - 1	315	27%
S – 4, S – 2 y S - 7	390	32%
Total	1,210	100%

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

La necesidad de ampliar las áreas de estacionamiento se comprueba al establecer un déficit real de 13,412 espacios faltantes. Por lo anteriormente mencionado se concluye que las ubicaciones óptimas respondiendo a la afluencia de vehículos, serían los parqueos aledaños a los edificios S – 9, S – 12, S – 7, S – 3 y T – 1, en los cuales se concentra el mayor número de estudiantes.

4.3 Estudio de mercado

El estudio de mercado está enfocado desde el punto de vista que como usuario del área de parqueo puede expresar más fácilmente la problemática vivida, el proyecto tiene un enfoque social en beneficio de la comunidad san carlista por lo que el termino mercado no representa a un cliente sino a un usuario. Se ejecutó a través de una encuesta enfocada en el público objetivo (Anexo No. 1), es decir, estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que utilizan los parqueos ubicados en el mismo de manera constante, a fin de determinar la importancia de estos y el

interés ante el sistema de aparcamiento de rompecabezas, los resultados de este se expresan a continuación.

4.3.1 Relación entre capacidad de parqueo y la fluidez del tráfico dentro del campus central.

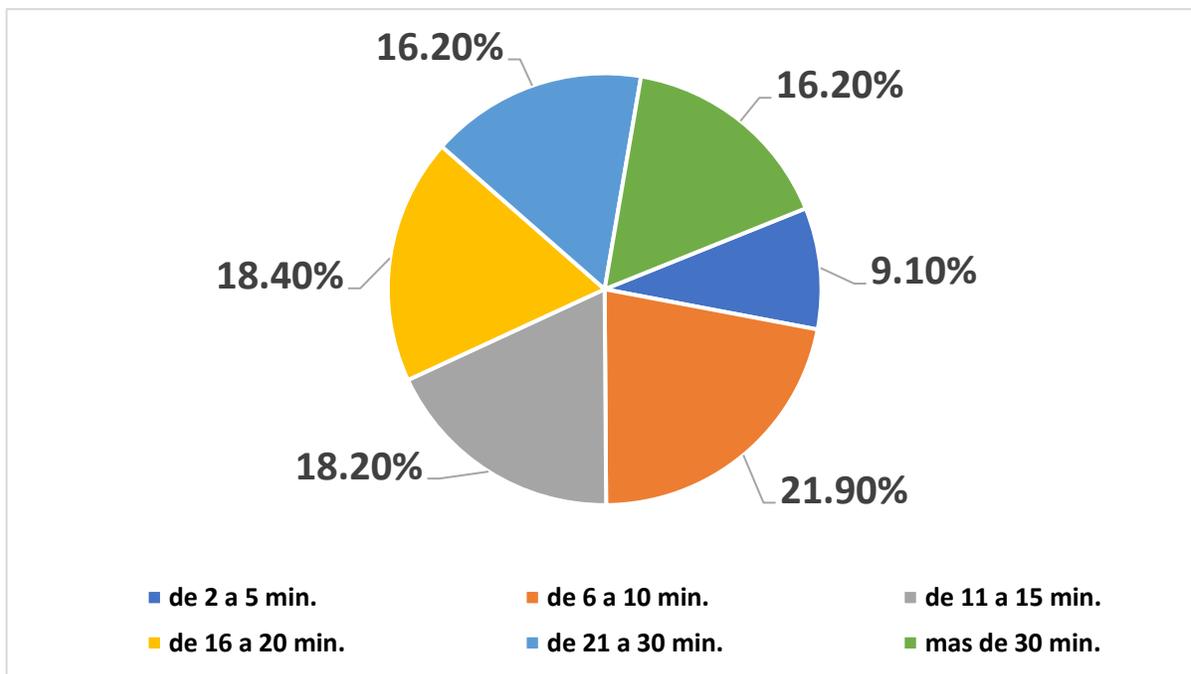
A manera de determinar los efectos que la problemática actual ha causado a los estudiantes, docentes, personal administrativo y demás personas que regularmente ingresan a la universidad en horas llamadas pico, se encuestó a una muestra conformada por 378 personas que ingresan a esta casa de estudios utilizando vehículo, con lo que se pudo establecer lo siguiente:

Los encuestados estuvieron conformados de la siguiente manera: el 91.5% lo representan estudiantes san carlistas, pertenecientes a las Facultades de Ciencias Económicas, Ciencias Jurídicas y Sociales e Ingeniería, el 5.3% representan a estudiantes de otras facultades y el 3.2% son docentes universitarios, 63% de estos se encuentran en las edades entre 26 y 36 años, visitan la universidad de lunes a viernes y/o fines de semana, de manera constante, en horas pico e ingresan por el acceso que viene del Periférico.

4.3.1.1 Del estacionamiento

El campus central de la universidad abarca 177 manzanas, por la ubicación de sus edificios, rodearla toma al menos cinco minutos, cuando la vía está totalmente libre, por lo que el tiempo máximo que debe transcurrir desde la entrada hasta el lugar de parqueo más lejano serían cinco minutos.

Gráfica 1: Tiempo que toma llegar desde la entrada al lugar de parqueo.

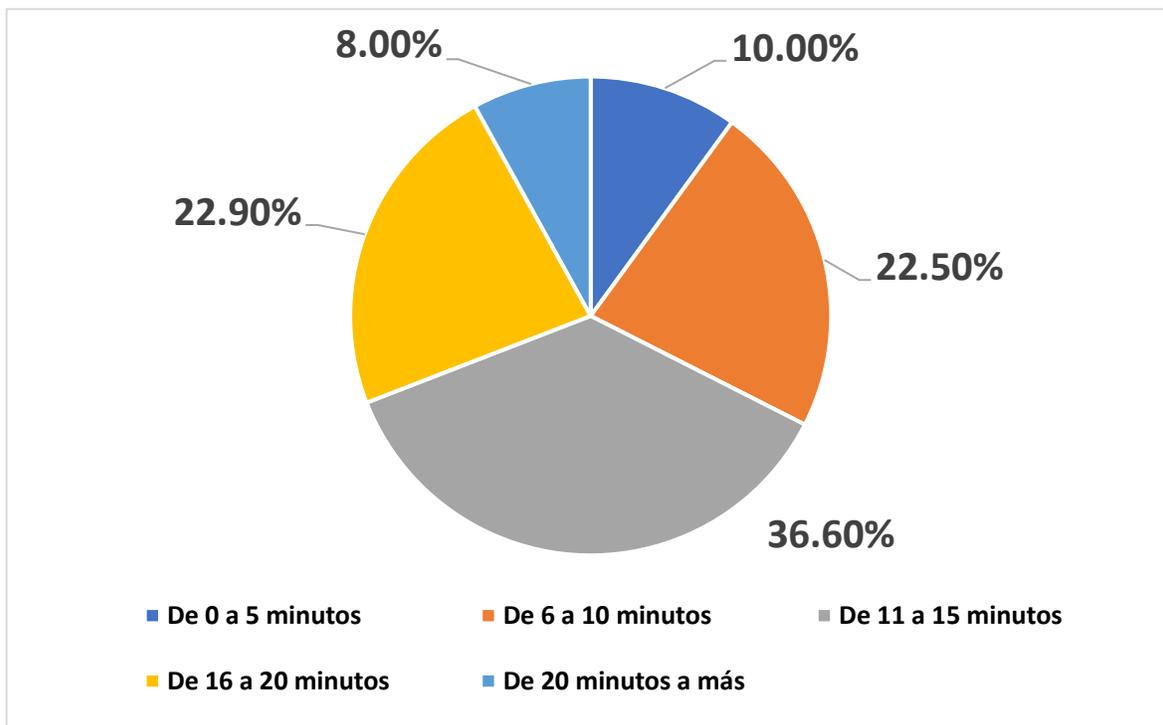


Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Se les preguntó a los encuestados cuánto tiempo les tomaba llegar desde la puerta de ingreso hasta el lugar donde estaciona su vehículo, a lo que indicaron como se observa en la gráfica 1, al 21.90% les toma de 6 a 10 minutos, en porcentajes muy cercanos se encuentran los intervalos de 11 a 15 y de 16 a 20 minutos.

Otros porcentajes bastante alarmantes debido al intervalo de tiempo que representan indican que puede tomar 30 minutos o más llegar al punto destino, considerando el tiempo que toma rodear el campus, se da un retraso de 25 minutos, el cual se considera inaceptable pues los estudiantes que salen de sus labores alrededor de las 17 horas Estarían ingresando a la universidad en al menos una hora después, a eso se le suman como mínimo 30 minutos más para llegar al parqueo y poder ingresar a su salón de clases.

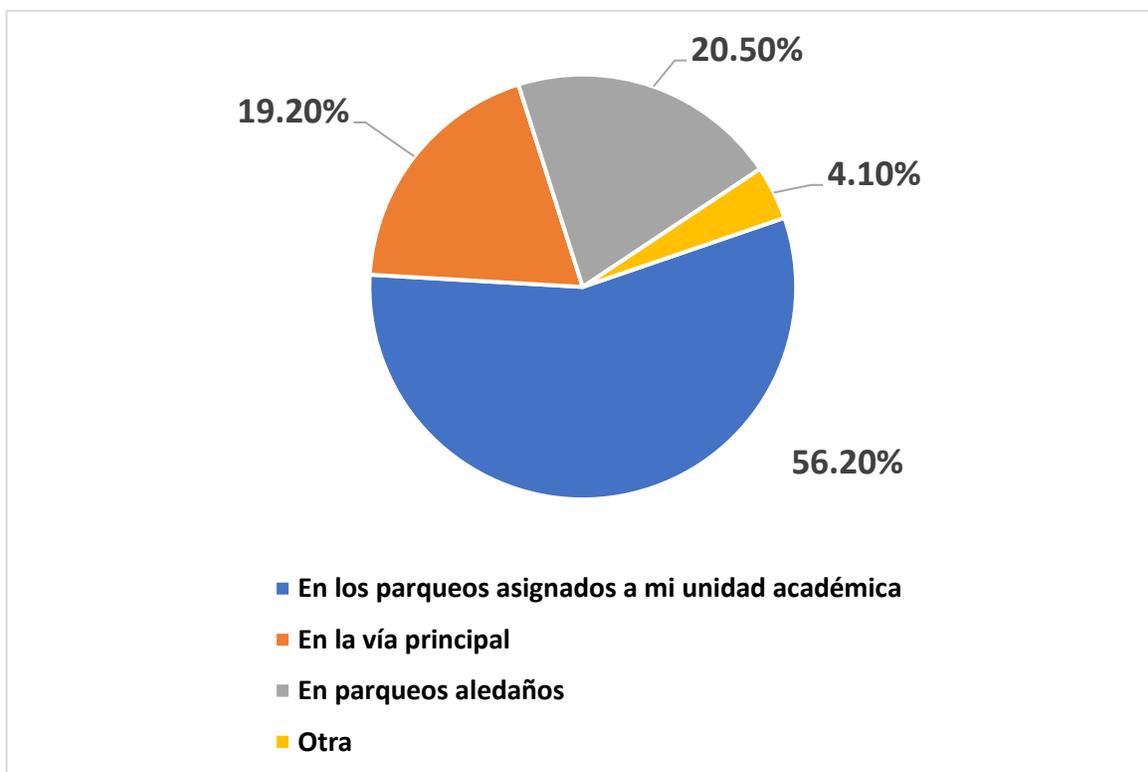
Gráfica 2: Tiempo para encontrar una plaza de parqueo.



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

Con respecto al tiempo que toma encontrar una plaza de parqueo disponible una vez llegado al edificio al que se dirige, el 36.60% indican que suele tomarles entre 11 y 15 minutos, el 22.90% requiere de entre 16 y 20 minutos localizar una plaza apropiada, y el 22.5% necesita de entre seis a diez minutos ubicar su automóvil en un lugar adecuado ya sea dentro o fuera de las áreas de parqueo designadas.

Es importante resaltar que los encuestados que indican encontrar parqueo fácilmente ingresan a la universidad antes de las cinco de la tarde, para transitar con facilidad y ubicarse en un lugar cercano al edificio de clases.

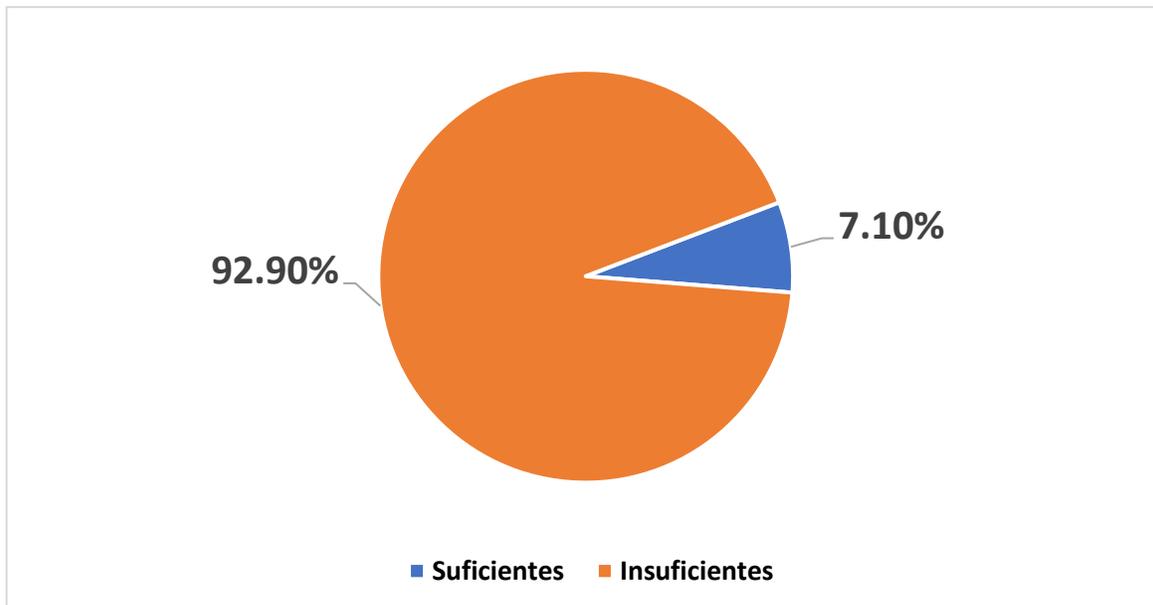
Gráfica 3: Preferencia del lugar donde estacionar su vehículo.

Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

Al preguntarse la preferencia del lugar para estacionar el vehículo, la mayoría indicaron que prefería utilizar los parqueos asignados a su facultad, pues se encuentran más cercanos al salón de clase, además de contar con personal encargado por lo que les brinda más seguridad, sin embargo, esto no se hace posible el 100% de las veces pues dicho parqueo se satura por lo que se ven en la necesidad de buscar parqueos cercanos o estacionarlo en la vía principal.

Un porcentaje menor indica que prefiere dejar su vehículo estacionado cerca de las puertas de ingreso al campus, de esta manera facilita la salida, por lo que no importa tener que caminar largas distancias para poder dejarlo cerca a la salida.

Gráfica 4: Percepción de los encuestados acerca de suficientes áreas de parqueo.



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

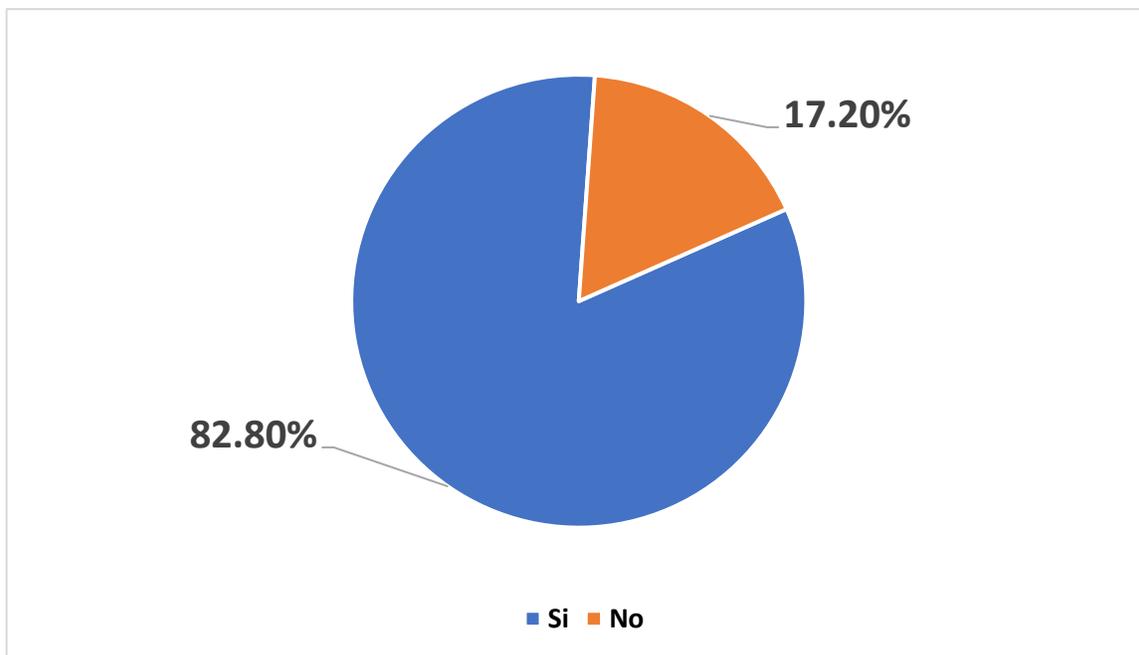
En la gráfica 4 se presenta la opinión de los encuestados respecto a la suficiencia de las áreas de parqueo asignadas, en donde casi el 93% de ellos respondieron percibir insuficientes las plazas con las que el campus cuenta actualmente.

4.3.1.2 Del tráfico dentro de la universidad

Año con año se ha observado un aumento en el tiempo que le toma a la persona llegar al destino dentro del campus central, se ha hecho noticia que la fila para ingresar causas inconvenientes en las vías externas a la casa de estudios (avenida petapa y Periférico) entorpeciendo el tránsito de la ciudad.

El 82.8% indica que la principal causa del congestionamiento vehicular en las horas pico se encuentra en el déficit de plazas disponibles para aparcar, lo que provoca largas colas que interrumpen la fluidez, mientras se puede ingresar al estacionamiento o se ubica un lugar apropiado para aparcar.

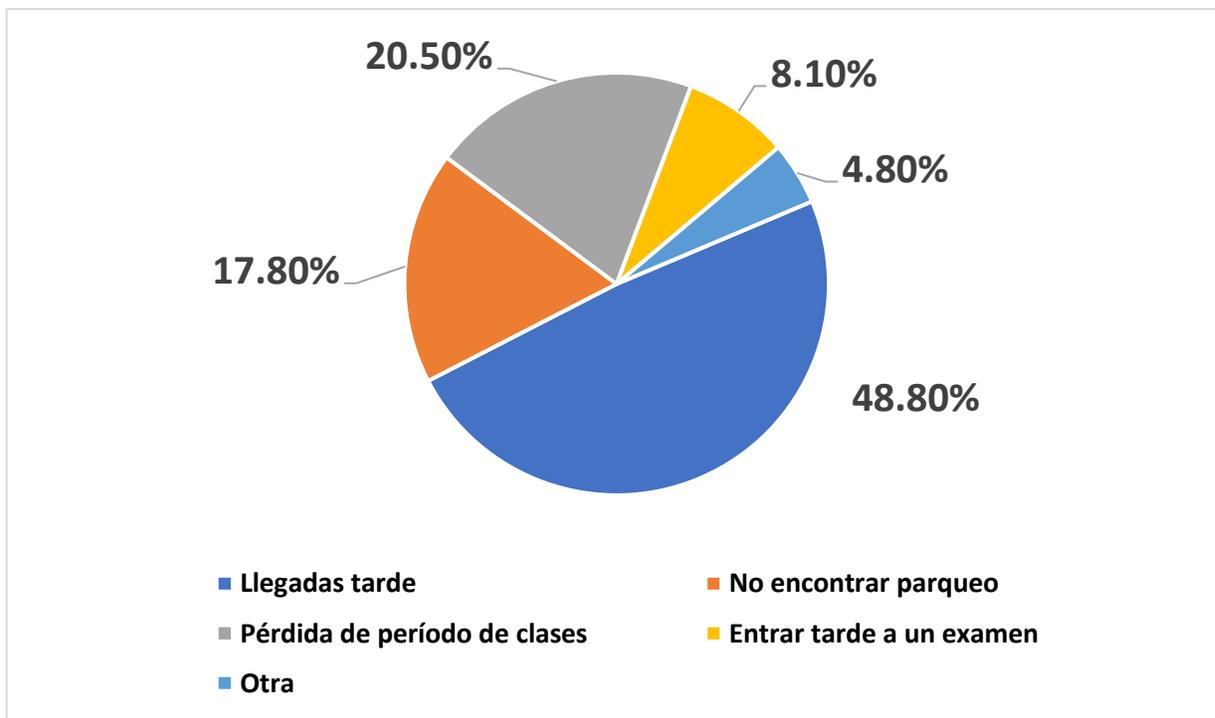
Gráfica 5: Relación directa entre falta de parqueo y congestiónamiento vehicular.



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

También en la gráfica 5 se muestra que el 17.2% indican que es una de las causas más no la principal, ya que el problema se ocasiona al existir cambio de jornada durante el mismo lapso, pues quienes están terminando su jornada no salen con rapidez, por lo que ocupan espacios que podrían utilizar los que están ingresando al campus.

Gráfica 6: Inconvenientes derivados del tráfico dentro del campus.



Fuente: Elaboración propia con base en información de investigación realizada.

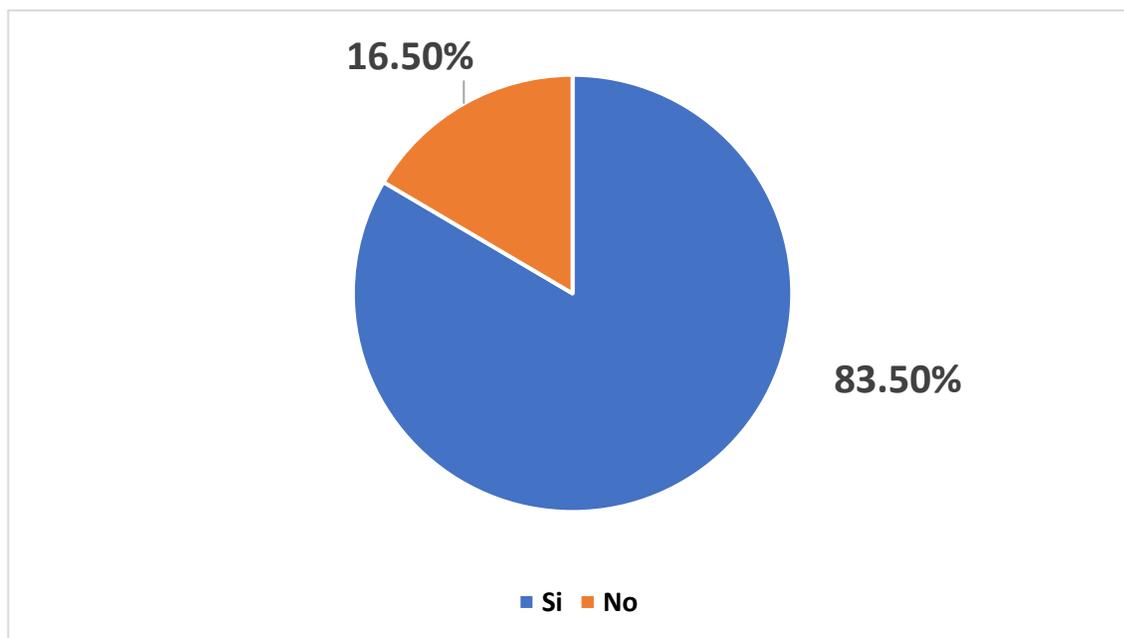
Además de lo desesperante que podría ser encontrarse varado en tráfico y del costo en gasolina que eso implica, el 95.3% de los encuestados indica que han sufrido de inconvenientes derivados del tráfico encontrado al ingresar al campus.

Entre ellos en la gráfica 6 se resaltan las llegadas tardes de manera constante, que en sí mismo ocasiona la pérdida de periodos de clase al no poder entrar a la hora indicada, esto repercute también en la calidad de información que perciben pues los temas ya han iniciado a explicarse al momento de la incorporación del alumno al salón.

En ocasiones, se han tenido que retirar de la universidad al no encontrar parqueo o retirarse definitivamente de cursos por no comprender los temas al haber acumulado llegadas tardes y perderse la explicación de los contenidos. La entrada

tarde a exámenes también ha ocasionado notas bajas por el nerviosismo y la falta de tiempo para completar la evaluación.

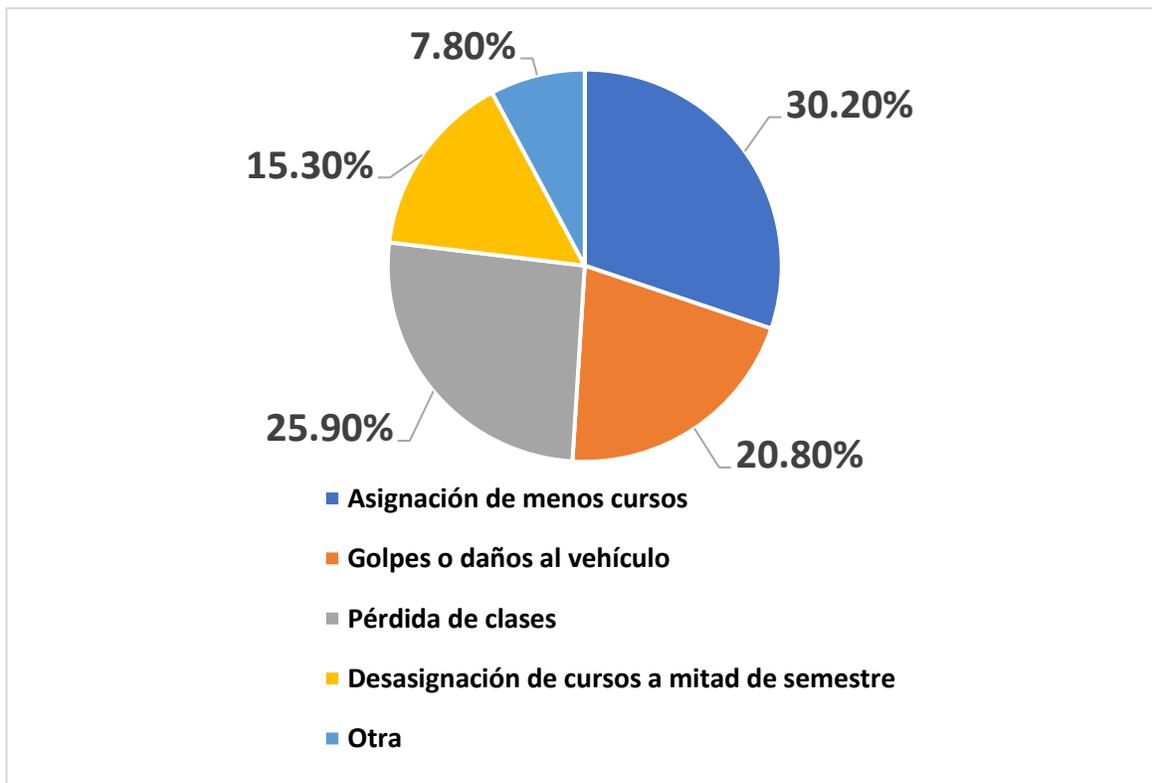
Gráfica 7: Mejora del problema al aumentar plazas de parqueo.



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

Se les preguntó a los encuestados si consideraban que el aumento de las plazas disponibles de parqueo ayudaría a aminorar la problemática actual, a lo que respondieron el 83.5% que, si beneficiaría, ya que las colas provocadas por la espera para ingresar al estacionamiento se reducirían al poder aparcar más vehículos.

También se cuestionó si conocían el concepto de lo que significa un estacionamiento robotizado y lo que este implicaba a lo que el 57.6% contestó que sí, y el 53.2% cree que el implementar un sistema de este tipo podría ser una solución para la problemática que actualmente aqueja a los estudiantes, docentes, trabajadores administrativos y algunos visitantes del campus central de la universidad.

Gráfica 8: Consecuencias negativas del tráfico al ingresar al campus.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

Los resultados de la encuesta realizada indican que la problemática del tráfico en las horas pico genera múltiples inconvenientes, en especial a los estudiantes de las diferentes facultades, muchos de estos han tenido que optar por asignarse menos cursos de los correspondientes a un semestre ordinario, pues por cuestiones laborales se les imposibilita ingresar al campus con anticipación y los retrasos derivados del congestionamiento provocan la pérdida de el primer período de clase en la jornada nocturna e ingresos tarde en las jornadas de fin de semana.

El no contar con las suficientes plazas de parqueo disponibles obliga al estudiante a estacionar su vehículo en lugares no indicados, reduciendo el carril de avance, además de arriesgarse a sufrir daños por golpes o robos al ubicarse en lugares apartados y pocos seguros.

La población estudiantil se incrementa año con año y con esta el parque de vehículos que ingresan al campus, a pesar de las múltiples medidas que implementan las autoridades universitarias para aminorar el congestionamiento este solo se ha agravado.

4.4 Estudio técnico

Los aspectos técnicos que inciden directamente en la ejecución del proyecto y deberán considerarse para su correcta implementación se desarrollan en este apartado.

4.4.1 Tipos de sistema de aparcamiento de rompecabezas adecuado a la infraestructura de los parques del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El sistema de aparcamiento de rompecabezas, aunque teóricamente funciona de una manera determinada, movilizándolo de forma horizontal y vertical, posee diferentes clasificaciones que incluyen algunas variaciones que permiten se adecuen al terreno, instalaciones, necesidades y sobre todo a la posibilidad económica de inversión. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la investigación enfocada en determinar el sistema que mejor se adapte a la infraestructura con la que actualmente cuenta la Universidad de San Carlos de Guatemala.

4.4.1.1 Sistema de aparcamiento de rompecabezas general

Un sistema de aparcamiento de rompecabezas es un sistema de estacionamiento robotizado en vertical, el cual puede contar con múltiples filas, desde 2 a 15 niveles de acuerdo con los requerimientos del interesado, asimismo, cada fila puede contar con múltiples columnas desde 3 a 6 por bloque, lo que permitirá la combinación de movimientos necesarios para la colocación y posterior recuperación de los vehículos. A través de diferentes movimientos verticales y

horizontales en las plataformas individuales, cada vehículo se puede ingresar o recuperar independientemente sin afectar a otros vehículos. Este tipo de sistemas presenta variaciones derivadas de la cantidad de plazas que se aumentan, que van desde un sistema mini hasta un multinivel, cualquiera de las dos opciones puede implementarse con pozo que podría tener hasta tres niveles de profundidad o solo infraestructura exterior, sin necesidad de excavaciones.

4.4.1.2 Sistema de aparcamiento de rompecabezas multinivel

El sistema de estacionamiento multinivel es un sistema completamente automatizado puede alcanzar hasta una altura de 15 niveles y extender a la horizontal en bloques de 6 columnas hasta completar la cantidad deseada, para proporcionar más espacios de estacionamiento en un espacio limitado. En cada nivel se hace necesario contar con 1 espacio disponible que permite la movilidad entre niveles, utiliza motores, cadenas, engranajes y cables de acero, para la movilización de las plazas. Hace uso de un gancho de seguridad que evita la caída del automóvil.

Existen tres opciones para el panel de control inteligente, una pantalla táctil, el control de botón y lector de tarjetas, las tres brindan la misma calidad de funcionamiento. El sistema además cuenta con un control fotoeléctrico que detecta el tamaño del vehículo, lo que permite ubicarlo de manera adecuada para realizar un balance en la estructura del parqueo. La estructura exterior se realiza con barras de acero con tratamiento especial anticorrosivo de larga duración.

Este puede ser desarrollado tanto con niveles en sótano como totalmente exterior. Se le puede agregar también diseños arquitectónicos a manera de hacer más estética la estructura, así también techar la torre para proteger de mejor manera los vehículos y la estructura en general.

4.4.2 Sistema propicio para la implementación

Con base en la observación realizada de las diferentes áreas de parqueo del campus central y la infraestructura actual de esta casa de estudios, se establece que el sistema de aparcamiento de rompecabezas idóneo es el de multinivel exterior, ya que no implica gasto en la creación de sótanos, la instalación se puede realizar completamente en vertical hacia arriba, agregando múltiples niveles. Considerando la proximidad de los parqueos con los edificios de clases se plantea la posibilidad de utilizar las áreas externas de los parqueos, para la instalación de torres de aparcamiento de rompecabezas, de esta forma el espacio interior permitirá contar con la luz natural necesaria para iluminar los salones de clase y no dar la sensación de encierro. El agregar diseños complementarios a la estructura para unificar el diseño con la arquitectura actual del campus representa la posibilidad de mantener la estética universitaria.

La implementación de una torre de cuatro niveles, que utilice como base el actual espacio disponible para 25 vehículos, en cada uno de los lados (frente y parte posterior) haciendo un total de 63 metros de frente y 13 metros de fondo implicaría el estacionar 48 vehículos por nivel, obteniendo 144 plazas extras por cada torre.

Tabla 8: Ampliación de plazas de parqueo por el sistema de aparcamiento de rompecabezas.

	Plazas de parqueo actuales	%	Plazas de parqueo extra	%	Total, de plazas disponibles	%
S – 9 y S - 10	220	18%	144	11.8%	364	29.8%
S - 12	160	13%	288	23.8%	448	36.8%
S – 3 y S - 6	125	10%	144	11.8%	269	21.8%
T - 1	315	27%	288	23.8%	603	50.8%
S – 4, S – 2 y S - 7	390	32%	288	23.8%	678	55.8%
Total	1,210	100%	1,152	95%	2,362	195%

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

Tal como se muestra en la tabla 8 la implementación de algunas torres de parqueo podría duplicar el espacio disponible, sin invadir el espacio total del estacionamiento con torres que bloqueen la luz natural, eliminen completamente las áreas verdes o modifiquen la estética que como casa de estudios debe tener la universidad. En cada parqueo se utilizaría el espacio de 50 plazas (100 para los más grandes ubicados contiguos a los edificios S – 12, S – 4 y T – 1) y obteniendo el 95% de aumento de la capacidad de almacenamiento de vehículos.

4.4.3 Aspectos técnicos del aparcamiento de rompecabezas

El sistema de aparcamiento de rompecabezas propuesto a utilizar posee la siguiente información técnica:

- Tamaño del Automóvil: 5 x 1.8 x 2.05 metros
- Peso del vehículo: 2,300 kg

- Potencia del Motor: 4.0 kw
- Velocidad de elevación: 8-12 m/min.
- Velocidad de deslizamiento: 7.5 m/min
- Protección de seguridad: fijo anti – caída de marco
- Dispositivos de emergencia: sonido, luz.
- Indicador de mal funcionamiento: pantalla de cristal
- Marco de composición: columnas y vigas de acero
- Apariencia de partes: tratamiento de galvanizado de alta calidad, pintura anticorrosión
- Modos de operación: LCD/ tarjeta IC/ manual



Figura 1: Sistema de aparcamiento de rompecabezas, fuente: Obtenida de MUTRADE

El fabricante se ubica en Weifang Shandong, China, cuenta con certificaciones ISO9001, ISO14001 y OHSAS18001. El sistema se vende por unidad, es decir, este sistema es apilable y se adecua a la cantidad de plazas y niveles que el cliente requiera. El precio por unidad para más de 200 unidades es de \$ 1,700 cada unidad con envío gratis a través de transporte marítimo incluye todo el material y equipamiento para instalar un sistema totalmente funcional (sistema eléctrico, hidráulico, entre otros.) e instrucciones de ensamblaje.

De acuerdo con la información de la tabla 8 (página 33) y a la información mencionada anteriormente se utilizarían 50 plazas por nivel, 4 niveles para cada

torre de parqueos, por lo que en la tabla siguiente se establece la necesidad de unidades de aparcamiento de rompecabezas a adquirir.

Tabla 9: Número de unidades de aparcamiento de rompecabezas requeridas por parqueo.

	Torres de parqueo	Plazas Por torre	Total de plazas
S – 9 y S - 10	1	200	200
S - 12	2	200	400
S – 3 y S - 6	1	200	200
T - 1	2	200	400
S – 4, S – 2 y S - 7	2	200	400
Total	8	200	1,600

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

Como se indica en la tabla 9, se requieren 1,600 unidades de aparcamiento de rompecabezas para instalar las ocho torres de parqueos en las ubicaciones mencionadas.

Además, deberá contratarse a personal para la construcción, pues la empresa se hace responsable de la supervisión y capacitación por el número de unidades a adquirir, más no de la mano de obra. Para esta tarea se propone la contratación de 5 obreros que tengan conocimientos medios en sistemas eléctricos para ser dirigidos por el representante del proveedor. Cada uno será contratado con un pagó correspondiente al salario mínimo por día, para la instalación de una torre toma 10 días de trabajo, por lo que se requerían 80 días para culminar las torres propuestas. Además, se requiere del uso una pluma, para la movilización de vigas y columnas la cual puede ser alquilada por un precio promedio de \$12,000 al mes.

Durante el proceso de observación se pudo notar grandes colas de vehículos que se generan en las entradas a los distintos parqueos del campus esperando ingresar para conseguir una plaza disponible, dichas colas bloquean el tránsito y dificultan el avance de automóviles a las afueras de la universidad. La vía general se ve reducida de dos amplios carriles a uno bastante estrecho, pues los extremos son utilizados como parqueo. Alrededor de las 17:00 horas al ingresar a la universidad la circulación se ve ralentizada, pues alrededor de todo el campus se pueden observar los vehículos ya estacionados.

4.4.4 Estudio de tiempos

Se llevó a cabo un estudio de tiempos durante 10 días distribuidos en dos semanas ingresando a diferentes horas entre las 17:00 y 19:00 horas al campus central de la Universidad, la primera semana se midió el tiempo que tomaba llegar desde la entrada de la petapa hacia cada uno de los edificios anteriormente mencionados, y la segunda semana el punto de inicio fue la entrada del lado del periférico. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos en dicho estudio desde la entrada de la Avenida petapa.

Tabla 10: Estudio de tiempos desde la entrada de la petapa.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Media
	Tiempo en minutos					
T - 1	15	11	18	9	12	13
S - 9 y S - 10	23	20	26	18	17	20.8
S - 12	28	22	30	21	19	24
S - 4, S - 2 y S - 7	38	34	45	31	27	35
S - 3 y S - 6	42	38	50	35	30	39

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

Se determinó entonces que una persona que ingrese desde este acceso hacia los edificios S-3 y S-6 en este caso los más lejanos por tener que rodear la ciudad universitaria, le toma en promedio 39 minutos llegar hasta el lugar a lo que le agregaríamos el tiempo para buscar una plaza disponible y estacionar el automóvil. La tabla 11 refleja los resultados obtenidos en la segunda semana de estudio, donde se tomó como punto de partida la entrada por el Periférico.

Tabla 11: Estudio de tiempos desde la entrada del Periférico.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Media
	Tiempo en minutos					
T - 1	1	2	1	0.5	0.5	1
S - 9 y S - 10	5	6	4	5	6	5.2
S - 12	9	12	8	9	9	9.4
S - 4, S - 2 y S - 7	19	23	20	18	21	20.2
S - 3 y S - 6	20	27	23	21	25	23.2

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

Esta reduce unos minutos en cada recorrido en comparación con el acceso por la Petapa, encontrándose como promedio de tiempo 23 minutos desde el ingreso hasta los edificios S-3 y S-6, nuevamente los más alejados. Para determinar el tiempo total que le tomaría a un estudiante ingresar al campus, llegar al lugar de estacionamiento, encontrar una plaza disponible y parquear su vehículo, se elaboró la siguiente tabla, considerando un promedio entre las tres respuestas con porcentajes más altos de la gráfica 2 (página 33), utilizando los límites superiores de cada rango.

Tabla 12: Tiempo promedio para encontrar una plaza de parqueo y estacionar.

Porcentaje	Rango de tiempo en minutos	Límite superior
36.3%	11 a 15	15
22.9%	16 a 20	20
22.5%	6 a 10	10
Media		15

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

En promedio un estudiante tomará 15 minutos para poder aparcar su vehículo. La tabla 13, muestra los tiempos totales que toma ingresar a la ciudad universitaria llegar a los diferentes edificios utilizados en este estudio, encontrar un lugar disponible y aparcar.

Tabla 13: Tiempo total en minutos desde el ingreso hasta aparcar el vehículo.

	Media desde entrada de la Petapa	Tiempo para encontrar una plaza disponible	Total	Media desde entrada del Periférico	Tiempo para encontrar una plaza disponible	Total
T - 1	13	15	28	1	15	16
S - 9 y S - 10	20.8	15	35.8	5.2	15	20.2
S - 12	24	15	39	9.4	15	24.4
S - 4, S - 2 y S - 7	35	15	50	20.2	15	35.2
S - 3 y S - 6	39	15	54	23.2	15	38.2

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

Determinados los minutos que toma llegar al estacionamiento y aparcar el automóvil, desde cualquiera de las entradas al campus se encuentra una diferencia entre 12 y 16 minutos correspondientes a 700 metros que se transitarían en un minuto, distancia entre cada uno de los ingresos, por lo que estudiantes, docentes y visitantes que ingresen a través de la Petapa estarían retrasando aún más su ingreso a clases.

4.4.5 Mejora en tiempos

El implementar el sistema de aparcamiento de rompecabezas en las ubicaciones y cantidades propuestas aumenta en 95% el número de plazas disponibles, es decir, de 1,210 plazas con las que se cuenta actualmente, se tendrían un total de 2,362 plazas disponibles. Haciendo un análisis de la relación inversamente proporcional, se logra determinar la disminución de tiempos que se lograría al ingresar al campus. Para esto, tomando como ejemplo el tiempo que toma llegar al edificio T-1 y estacionar el vehículo desde el ingreso por la Petapa, el cual es de 28 minutos, donde actualmente cuentan con 315 plazas y con la implementación del sistema tendrían 603, se realizaron los cálculos de esta manera:

315 plazas - 28 minutos

603 plazas - X minutos

$$603 X = 315 \cdot 28$$

$$603 X = 8,820$$

$$X = 8,820/603$$

$$X = 14.63 \text{ minutos}$$

Es decir, al implementar el sistema el tiempo se reduciría un 52.25% haciendo un total de 14.63 minutos, ya que el proceso de encontrar una plaza disponible se facilitaría y reduciría la cantidad de automóviles en cola.

En la tabla siguiente se muestra la disminución de tiempos para los diferentes edificios, tomando como punto de partida el acceso de la Petapa.

Tabla 14: Mejora en tiempos desde el ingreso de la Petapa hasta parquear.

	Tiempo actual	Plazas actuales	Plazas totales con sistema de aparcamiento de rompecabezas	Tiempo en minutos con aumento de plazas de parqueo	Porcentaje de mejora
T - 1	28	315	603	14.63	52.25%
S - 9 y S - 10	35.8	220	364	21.64	60.45%
S - 12	39	160	448	13.93	35.72%
S - 4, S - 2 y S - 7	50	390	678	28.76	57.52%
S - 3 y S - 6	54	125	269	25.09	46.46%
Media					50.48%

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

De acuerdo con la cantidad de plazas que se aumentan en cada área de parqueo reduce significativamente el tiempo que toma llegar hasta el dando como resultado una disminución promedio del 50.48% en todo el campus. En la siguiente tabla se muestran los tiempos para cada edificio considerado en este estudio desde el ingreso del periférico.

Tabla 15: Mejora en tiempos desde el ingreso del Periférico hasta parquear.

	Tiempo actual	Plazas actuales	Plazas totales con sistema de aparcamiento de rompecabezas	Tiempo en minutos con aumento de plazas de parqueo	Porcentaje de mejora
T - 1	16	315	603	8.36	52.25%
S - 9 y S - 10	20.2	220	364	12.21	60.45%
S - 12	24.4	160	448	8.71	35.70%
S - 4, S - 2 y S - 7	35.2	390	678	20.25	57.53%
S - 3 y S - 6	38.2	125	269	17.75	46.47%
Total					50.48%

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación.

La implementación del sistema de aparcamiento de rompecabezas daría como resultado la reducción del 50.48% del tiempo, facilitando al estudiante ingresar a sus cursos sin atrasos que afecten su desempeño.

El aumento en el número de plazas facilitaría también la salida de la universidad, al contar con la vía principal despejada, la incorporación de los vehículos provenientes de los parqueos se realizaría más eficientemente, aunque en este aspecto influyen además aspectos externos a la universidad.

4.5 Estudio económico

Debido a que el proyecto posee un enfoque social, direccionado a mejorar una problemática dentro del Campus central de la única universidad estatal, se hace

necesario establecer los costos a los cuales se incurriría, principalmente porque estos deberán ser ejecutados a través de la Dirección de Servicios Generales.

4.5.1 Costos

De acuerdo con los datos del estudio técnico se elaboró la siguiente tabla con los costos de instalación:

Tabla 16: Costos de implementación del sistema.

	Cantidad	Costo unitario \$	Costo unitario Q. (7.69 por dólar)	Costo total
Unidades de aparcamiento de rompecabezas	1,600	\$1,700	Q. 13,073	Q. 20,916,800
Mano de obra (días)	400 ^a	-	Q. 92.88	Q. 37,152
Pluma (días)	80	\$ 400	Q. 3,076	Q. 246,080
Total				Q. 21,200,032

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación. A 5 obreros por 80 días de trabajo

Se establece un costo de Q. 21,200,032.00 para la implementación de ocho torres de aparcamiento.

4.5.2 Inversiones

El montón total para la implementación del proyecto de Construcción de un aparcamiento de rompecabezas debe ser tramitado por la División de Servicios Generales a través de su programa autofinanciable de parqueos, para cumplir con sus funciones según el normativo de Leyes y Reglamentos de la Universidad de

San Carlos de Guatemala en el Capítulo VI del régimen financiero según artículos 11 y 12.

4.5.3 Gastos generados por el proyecto

El proyecto una vez implementado no genera gastos, ya que solo aumenta la capacidad de parqueo, no representa pago de electricidad pues el generador incluido en la instalación produce la energía necesaria para hacerlo funcionar, no requiere de personal específico pues es de uso individual, depende del alumno ingresar el vehículo y presionar un botón para que su auto se almacene automáticamente.

En cuanto al mantenimiento, este se puede incluir en las actividades dirigidas para la División de Servicios Generales, el instalador dará las directrices del procedimiento a realizar y la periodicidad para que este se ejecute.

4.5.4 Ingresos

Actualmente se cobran Q. 3.00 por utilizar el parqueo de la universidad durante el día, sin embargo, es muy poco frecuente que un vehículo permanezca todo el día dentro de las instalaciones por lo que cada plaza será utilizada por dos o tres vehículos por día, es decir, de Q. 6.00 a Q. 9.00 por plaza.

Sin embargo, para este cálculo utilizaremos el supuesto de un único ingreso al día. En la tabla 17 se presentan los ingresos actuales y proyectados, correspondientes a la implementación del proyecto.

Tabla 17: Ingresos proyectados.

	Cantidad de plazas	Pago unitario por ingreso	Ingreso diario	Ingreso mensual
Plazas actuales	1,210	Q. 3.00	Q. 3,630.00	Q. 108,900.00
Plazas extras por sistema de aparcamiento de rompecabezas	1,152	Q. 3.00	Q. 3,456.00	Q. 103,680.00
Plazas totales	2,362	Q. 3.00	Q. 7,086.00	Q. 212,580.00

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en la investigación

La implementación del proyecto aumenta en 95% los ingresos por cobro de parqueo de las áreas seleccionadas para la construcción de torres de aparcamiento de rompecabezas. Esta cifra puede duplicarse o triplicarse al considerar que una plaza de parqueo no resguarda un solo automóvil al día, si no que puede ser de dos a más vehículos.

4.6 Estudio ambiental

Sobre la implementación de este proyecto se determinó que no se infringe ninguna ley ambiental que rige en la República de Guatemala, pues entre ellas se considera en el Decreto 68 – 86 la modificación al paisaje, y puesto que este proyecto, como se ha planteado no interfiere con el paisaje de los edificios aledaños, este permiso no es necesario. También se solicita la elaboración de un estudio técnico de aguas residuales, cuando la construcción las genere, situación que no aplica en el proyecto propuesto. El tercer aspecto a considerar es el tratamiento adecuado de los desechos sólidos que la construcción pudiera generar, para los cuales se limita al Acuerdo Gubernativo 281 – 2015, el sistema de aparcamiento de rompecabezas no genera desechos sólidos. Asimismo, en el

Decreto 101 – 96, se establece que una construcción que deba talar árboles deberá tramitar una licencia, en este caso, no se debe realizar ninguna tala por lo que la licencia no es necesaria.

El proyecto no estará ubicado en áreas protegidas por lo que el Decreto 4 – 89 también queda sin aplicación. La instalación del sistema se realiza sobre suelo pavimentado con anterioridad, por lo que la movilización de tierra y daños al suelo no se genera. El sistema en sí no emana ningún tipo de sustancia contaminante ni al suelo ni al aire, la contaminación se descarta. Este proyecto no muestra ningún tipo de daño al ambiente o al ser humano.

4.7 Estudio Legal

Entre las principales leyes a considerar en proyectos de construcción se encuentra el Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala en donde este Reglamento rige todas las actividades de construcción, ampliación, modificación, reparación y demolición de edificaciones que se lleven a cabo en la Ciudad de Guatemala y dentro del área de influencia urbana, según el Artículo 6º de la Ley Preliminar de Urbanismo, Decreto Presidencial 583. En este se especifican los requisitos para llevar a cabo un proyecto de construcción, así como las sugerencias mínimas que aseguran la calidad de la construcción.

Se deberá realizar la solicitud de licencia de obra ante la municipalidad de Guatemala, la cual cubre la Licencia de obra de estructura que se extiende para poder realizar estructuras cimentadas en el subsuelo o sobre edificaciones existentes, como lo es el caso del sistema de aparcamiento de rompecabezas.

CONCLUSIONES

1. Las ubicaciones óptimas para la implementación de un sistema de aparcamiento de rompecabezas en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala son los parqueos aledaños a los edificios, S-3, S-7, S-9, S-12 y T-1, pues son estos, los que albergan los vehículos de los estudiantes de las facultades de Ciencias Económicas, Ciencias Jurídicas y Sociales, Humanidades e ingeniería las cuales cuentan con mayor afluencia de alumnos y al mismo tiempo se encuentran muy cercanas en algunos casos compartiendo edificios, teniendo una necesidad insatisfecha de 13,412 plazas de parqueo, lo que responde a uno de los objetivos específicos.
2. El sistema de aparcamiento de rompecabezas que se adecua a la infraestructura de los parqueos del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es el sistema multinivel de exteriores, el cual permite la instalación de varios niveles sin necesidad de excavaciones o construcciones más elaboradas, para lo cual se determina que con la instalación de ocho torres con capacidad para 192 vehículos cada una se duplica la capacidad actual de dichos parqueos, lo que representa un costo total de Q. 21,200,032.00, cumpliendo el objetivo planteado.
3. La implementación de un sistema de aparcamiento de rompecabezas que aumente el número de plazas de parqueo en 95%, de los edificios con mayor población estudiantil, disminuye en 50% el tiempo que toma ingresar al campus central desde cualquiera de sus accesos hasta aparcar el automóvil, descongestionando la vía principal, al reducir los vehículos aparcados en carriles de tránsito y disminuir el número de automóviles en cola, esto cumple con un objetivo específico planteado.
4. La falta de plazas de parqueo dentro de las áreas designadas para este, de acuerdo con el 82% de encuestados incide directamente en el tráfico dentro

del campus en las horas pico, principalmente porque se crea una fila de automóviles que esperan a que cada uno vaya encontrando un lugar apropiado para estacionarse y también por el uso de los carriles de circulación para aparcamiento cuando la capacidad de plazas se ve agotada, por lo que limita la circulación a un solo carril.

5. La problemática del tráfico excesivo durante las horas pico dentro del campus central afecta en su mayoría a estudiantes, obligándoles a llegar tarde a sus períodos de clase en un 49%, perderse información relevante en 20.5% y cortar con la continuidad de la formación. También ha provocado la ausencia a periodos completos de clase o exámenes el 25.9% de las veces, lo que afecta a su rendimiento y la aprobación de sus cursos, por consiguiente, el completar la carrera en el tiempo dispuesto.

RECOMENDACIONES

1. Enfocarse en las áreas de mayor afluencia de estudiantes, permitirá utilizar los recursos de forma que estos sean aprovechados y provoquen un beneficio real, el mantener registros actualizados del aumento en la población estudiantil y por consiguiente en la población vehicular, permitirá determinar las necesidades de infraestructura, implementando mejoras en el momento que se requiera de acuerdo con los cambios en la población estudiantil.
2. Implementar un sistema de parqueo robotizado de aparcamiento de rompecabezas, aumentará las plazas de parqueo disponibles, sin modificar la infraestructura actual o sacrificar las áreas verdes con las que actualmente cuenta la Universidad en su campus central, además de que este tipo de instalaciones no requieren trabajos extensos que puedan interferir con la circulación de vehículos y agravar el problema, construyendo torres de parqueos en espacios ya asignados para esta tarea.
3. Aunque no tiene una relación directa, el invertir en las plazas de parqueo permitirá reducir en cierta medida los problemas de rendimiento y reprobación de cursos que sufren los estudiantes por no poder cubrir la totalidad de sus periodos de clase derivado de la problemática planteada, al poder tomar los cursos en los horarios indicados y recibir en su totalidad la explicación de clase.
4. Determinar la idoneidad del proyecto presentado en comparación con otras posibles soluciones, entre ellas, la expansión de las áreas de parqueo hacia áreas verdes, haciendo uso del programa autofinanciable de parqueos con el que cuenta la universidad a través de la División de Servicios Generales, realizando estudio de análisis financiero, punto de equilibrio, sensibilidad al precio, VAN y VAN ajustado sobre la propuesta planteada en este Trabajo

Profesional de Graduación y las posibles opciones de solución a la problemática.

5. Realizar un estudio de tiempos que incluya la totalidad de las facultades en sus diferentes jornadas, para conocer de mejor manera el comportamiento del tráfico dentro de la ciudad universitaria, como trabajo profesional de graduación o tesis de grado de las carreras de Ingeniería o Administración de Empresas.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Americana de Psicología. (2010). *Normas APA*. (Sexta ed.).
- Cabrera, C. (2005). *Propuesta de un área de estacionamiento en la Ciudad Universitaria, zona 12*. (Tesis de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala. (2018). *Guía metodológica para la elaboración del plan de Investigación e informe del trabajo profesional de Graduación Maestría en artes*. Guatemala.
- Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala. (2018). *Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación para optar al grado académico de Maestro en Artes*. Guatemala.
- Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala. (2018). *Normativo de opciones de graduación a nivel licenciatura*. Guatemala.
- Gatica, S. (2010). *Infraestructura de apoyo para educación superior de Santa Catarina Mita, Jutiapa*. (Tesis de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; y, Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta. Ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; y, Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación. Manuales de investigación aplicada*. Recuperado de: http://highered.mheducation.com/sites/1456223968/student_view0/manuales_de_investigacion_aplicada.html
- Roman Paz, E.R. (2019). *Notas de clase del curso de Metodología de la investigación*. Guatemala.
- Stalling, J. (2012). *Propuesta de automatización para el parqueo de ingeniería*. (Tesis de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Tánchez, M. (2008). *Propuesta arquitectónica de áreas de parqueos en altura para la Ciudad Universitaria*. (Tesis de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Velasquez, E. (1995). Diseño alternativo de parqueo para la facultad de Ingeniería. (Tesis de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

E- grafía

Biblus. (2018). *Diseño aparcamientos DWG: tipos, ejemplos y modelos arquitectónicos*. Recuperado en: <http://biblus.accasoftware.com/es/disenio-aparcamientos-dwg-tipos-ejemplos-y-modelos-arquitectonicos-3d-bim/>

Charisma. (2017). El sistema de aparcamiento de rompecabezas. Recuperado de <https://www.quora.com/What-is-a-puzzle-parking-system>

Estudios de mercado ORG. (2018). *¿Qué es un estudio de mercado?*. Recuperado de: https://www.estudiosdemercado.org/que_es_un_estudio_de_mercado.html

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2005). *Formulación y Análisis detallado de proyectos*. Recuperado en: <http://www.fao.org/3/a0323s/a0323s00.htm#Contents>

Ingenotas. (2012). *Apuntes de preparación y evaluación de proyectos*. Recuperado de <http://proyectos.ingenotas.com/2012/11/la-importancia-del-marco-legali.html>

IPS. (2014). Historia. Integral Park Systems Recuperado en: <http://www.integralparksystems.com/index.php>

OBS Business School. (2019). Gestión de proyectos. <https://www.obs-edu.com/int/blog-projectmanagement/administracion-de-proyectos/tipos-de-proyectos-y-susprincipales-caracteristicas>

Swiss Parking System. (2018). Sistema de aparcamiento de rompecabezas. Recuperado de <https://es.swiss-ps.com/puzzle-parking-system/>

5BY2. (2011). *5BY2 Información del sistema de Aparcamiento de Rompezas*. Recuperado de https://www.5by2parking.nl/media/14373/5by2_system_information.pdf

Congreso de la República de Guatemala, Decreto Número 325. Ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de:
<https://manuales.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2015/05/manualesLeyes.pdf>

ANEXOS

Anexo 1**ENCUESTA**

Sección 1 de 5

Encuesta para determinar problemas de estacionamiento dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Esta encuesta es únicamente con fines académicos, solicito la respuesta con honestidad, considerando la realidad vivida en el día a día dentro del campus universitario antes de la actual PANDEMIA

Sección 2 de 5

Información General

Escoja la opción que corresponda, los datos son 100% anónimos

1. Sexo

- Femenino
- Masculino

2. Edad

- de 18 a 25 años
- de 26 a 36 años
- de 37 a 47 años
- de 48 años a más

3. Usted es...

- Estudiante
- Docente
- Trabajador administrativo
- Visitante
- Otra

Sección 3 de 5

Del ingreso a la universidad

4. ¿Con qué frecuencia asiste a la universidad?

- Diariamente
 - Fines de semana
 - De 3 a 2 días por semana
 - 1 día por semana
 - 1 vez al mes
5. ¿De qué forma ingresa a la universidad?
- A pie
 - En motocicleta
 - En bicicleta
 - En automóvil
 - Otra
6. ¿A qué unidad académica se dirige?
- Respuesta:
7. ¿A qué hora ingresa a la universidad?
- de 7 a 11 a.m.
 - de 12 a 4 p.m.
 - de 5 a 7 p.m.
8. ¿Por cuál puerta ingresa a la universidad?
- Petapa
 - Periférico

Sección 4 de 5

Del estacionamiento

9. En promedio... ¿Cuánto tiempo le toma desde la entrada de la universidad hasta estacionar su vehículo?
- de 2 a 5 min.
 - de 6 a 10 min.
 - de 11 a 15 min.
 - de 16 a 20 min.
 - de 21 a 30 min.
 - mas de 30 min.

10. ¿Cuánto tiempo le toma encontrar un espacio disponible para parquearse una vez en el lugar?

- de 2 a 5 min.
- de 6 a 10 min.
- de 11 a 15 min.
- de 16 a 20 min.
- de 20 a más

11. ¿Dónde estaciona normalmente su vehículo?

- En los parqueos asignados a mi unidad académica
- En la vía principal
- En parqueos aledaños
- Otra

12. Usted diría que las áreas asignadas para parqueo son...

- Suficientes
- Insuficientes

Sección 5 de 5

Del tráfico dentro de la universidad

13. ¿Cree usted que el tráfico dentro del campus en las llamadas horas pico, está directamente relacionada con la falta de lugares para estacionar?

- Si
- No

14. ¿Ha sufrido inconvenientes por el tráfico encontrado al ingresar a la universidad? si su respuesta es sí, responda la siguiente pregunta...

- Si
- No

15. ¿Cuáles?

- Llegadas tarde
- No encontrar parqueo
- Pérdida de período de clases
- Entrar tarde a un examen
- Otra

16. ¿Cree usted, que el contar con más plazas de parqueo reduciría el problema?

- Si
- No

17. ¿Sabe qué es un sistema de estacionamiento robotizado?, si su respuesta es sí, por favor responda la siguiente pregunta...

- Si
- No

18. ¿Cree que un sistema de estacionamiento robotizado sería la solución para aumentar el número de plazas de parqueo, y evitar los problemas ocasionados actualmente?

- Si
- No

Agradezco su colaboración

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Alumnos inscritos en la Facultad de Ciencias Económicas, plan diario. .	33
Tabla 2: Alumnos inscritos en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.....	34
Tabla 3: Alumnos inscritos en la Facultad de Humanidades, plan diario.	35
Tabla 4: Alumnos inscritos en la Facultad de Humanidades, plan fin de semana.	36
Tabla 5: Alumnos inscritos en la Facultad de Ingeniería, plan diario.....	37
Tabla 6: Total de Alumnos inscritos en las Facultades mencionadas.	38
Tabla 7: Parqueos aledaños a los edificios utilizados por las diferentes Facultades.	39
Tabla 8: Ampliación de plazas de parqueo por el sistema de aparcamiento de rompecabezas.....	52
Tabla 9: Número de unidades de aparcamiento de rompecabezas requeridas por parqueo.	55
Tabla 10: Estudio de tiempos desde la entrada de la petapa.....	57
Tabla 11: Estudio de tiempos desde la entrada del Periférico.....	58
Tabla 12: Tiempo promedio para encontrar una plaza de parqueo y estacionar...	59
Tabla 13: Tiempo total en minutos desde el ingreso hasta aparcar el vehículo. ...	59
Tabla 14: Mejora en tiempos desde el ingreso de la Petapa hasta parquear.....	61
Tabla 15: Mejora en tiempos desde el ingreso del Periférico hasta parquear.....	62
Tabla 16: Costos de implementación del sistema.	63

Tabla 17: Ingresos proyectados. 65

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Tiempo que toma llegar desde la entrada al lugar de parqueo.	41
Gráfica 2: Tiempo para encontrar una plaza de parqueo.	42
Gráfica 3: Preferencia del lugar donde estacionar su vehículo.	43
Gráfica 4: Percepción de los encuestados acerca de suficientes áreas de parqueo.	44
Gráfica 5: Relación directa entre falta de parqueo y congestionamiento vehicular.	45
Gráfica 6: Inconvenientes derivados del tráfico dentro del campus.	46
Gráfica 7: Mejora del problema al aumentar plazas de parqueo.	47
Gráfica 8: Consecuencias negativas del tráfico al ingresar al campus.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de aparcamiento de rompecabezas	54
---	----