

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE QUÍMICA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
Ambiental

**Análisis de la movilidad de estudiantes y
funcionarios hacia y en el campus central del
Instituto Tecnológico de Costa Rica**

Ana Lucía Moya Mora

CARTAGO, Noviembre, 2017



“Análisis de la movilidad de estudiantes y funcionarios hacia y en el campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica”

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

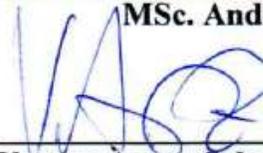
Miembros del tribunal



PhD. Lilliana Abarca Guerrero
Directora



MSc. Andrea San Gil
Lectora 1



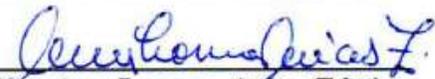
MSc. Verena Arauz Schulze-Boysen
Lectora 2



MSc. Diana Zambrano Piamba
Coordinadora COTRAFIG



PhD. Floria Roa Gutiérrez
Directora Escuela de Química



MSc. Ana Lorena Arias Zúñiga
Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

DEDICATORIA

A mis papás, Gilda y Juan Carlos, por darme apoyo incondicional en todos los procesos de mi vida, por creer en mí. Son mi lugar seguro y mi empuje.

A mi hermano, Juan José, por mantenerme conectada a la tierra, retarme continuamente y por siempre ponerme del mejor humor.

AGRADECIMIENTOS

A Andrea San Gil, por haber confiado desde un inicio en mí y haberme abierto las puertas a un mundo de retos, de personas maravillosas y proyectos que se vuelven realidad, por ser una inspiración de vida y retarme continuamente.

A Verena Arauz, por ser una voz de realidad en mi vida, por haberme dado un espacio para aprender y crecer, por creer en mí, por atajarme y por demostrarme que aunque a veces el panorama es oscuro se puede.

A mi tutora Lilliana Abarca, por empujarme en el proceso de finalización de este trabajo, por enseñar más allá de la academia, por demostrarme que es posible vivir intensamente sin que la pasión se acabe.

A Alina Rodríguez, gestora ambiental del TEC, por haber creído como nadie en el proyecto, por haberme dado apoyo todos los procesos y etapas para alcanzar los objetivos que nos propusimos.

A la Vicerrectoría de Administración y a Don Humberto Villalta por haber financiado la realización de este estudio.

A los más de 70 voluntarios que me apoyaron en la recolección de datos bajo sol y lluvia y las 1400 personas que se tomaron el tiempo de responder la encuesta. Sin su apoyo hubiera sido imposible la realización de este documento.

A las personas que me han acompañado en la travesía del TEC, Félix, María Paz, Laura, John, Silver, Kevin, Angélica, Carlos, Esteban, Daniel y a todos los demás compañeros y amigos que fueron parte de este proceso. Creo que una es la unión de personas, momentos, risas, sustos, lágrimas, cansancios, satisfacciones, conversaciones. Gracias a todos los que fueron parte de esos momentos, son parte de quién soy.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 OBJETIVOS	5
1.1.1 Objetivo General.....	5
1.1.2 Objetivos Específicos	5
2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 TRANSPORTE Y MOVILIDAD.....	6
2.2 MOVILIDAD SOSTENIBLE	7
2.2.1 Priorización del transporte urbano según la Movilidad Sostenible	8
2.2.2 Beneficios de los proyectos con enfoque de movilidad sostenible	10
2.3 SITUACIÓN MUNDIAL	11
2.4 SITUACIÓN DE COSTA RICA	12
2.5 SITUACIÓN DEL TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.....	14
2.5.1 Iniciativas en relación a infraestructura del Tecnológico de Costa Rica.....	15
2.6 CONTEXTO ACTUAL DEL TRANSPORTE Y MOVILIDAD EN EL TEC	17
2.6.1 Movilidad Peatonal.....	17
2.6.2 Movilidad por medio de bicicleta.....	19
2.6.3 Movilidad privada	20
2.6.4 Movilidad por medio de Transporte Público.....	20
2.6.5 Problemas de salud comunes en la población del TEC	22
3 METODOLOGÍA	23
3.1 SITIO DE ESTUDIO.....	24
3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	25
3.2.1 Aforos	26
3.2.2 Encuesta de Movilidad y Transporte	36
3.2.3 Recolección participativa de información	41
3.2.4 Ocupación de parques y observación de infraestructura	42
3.3 CÁLCULO DE EMISIONES DEL TRANSPORTE	48
4 DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD DEL CAMPUS CENTRAL DEL TEC	50
4.1 CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES Y TERRITORIALES	50
4.1.1 Características de la Población Universitaria	50
4.1.2 Características Territoriales del Campus.....	53

4.1.3	Condiciones territoriales internas	68
4.1.4	Retos y oportunidades	71
4.2	ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD GENERAL	72
4.2.1	Distribuciones y datos generales	72
4.2.2	Cambio en los patrones de movilización al avanzar el semestre.....	77
4.2.3	Distribución modal	79
4.2.4	Motivo de la selección del modo.....	83
4.2.5	Satisfacción con transporte actual	85
4.2.6	Disposición a viajar en otros modos.....	86
4.2.7	Origen y tiempo de los viajes	89
4.2.8	Retos y oportunidades	93
4.3	DESPLAZAMIENTO EN VEHÍCULO PRIVADO	95
4.3.1	Movilización de vehículos al campus.....	96
4.3.2	Ocupación de los vehículos	100
4.3.3	Origen de los viajes en vehículo privado.....	101
4.3.4	Parqueos de vehículos	102
4.3.5	Carro compartido.....	107
4.3.6	Retos y oportunidades	108
4.4	DESPLAZAMIENTO EN TRANSPORTE PÚBLICO	109
4.4.1	Origen de los viajes en bus	110
4.4.2	Transporte público modalidad autobús al TEC	111
4.4.3	Movilización de los autobuses dentro del campus	117
4.4.4	Tren.....	117
4.4.5	Taxi.....	118
4.4.6	Retos y oportunidades	119
4.5	DESPLAZAMIENTO EN BICICLETA	120
4.5.1	Origen de los viajes en bicicleta.....	122
4.5.2	Accesos utilizados por personas en bicicleta.....	123
4.5.3	Parqueos de bicicletas.....	124
4.5.4	Sistema de préstamo de bicicletas	128
4.5.5	Retos y oportunidades	129
4.6	DESPLAZAMIENTO PEATONAL	130
4.6.1	Origen de los viajes caminando.....	132
4.6.2	Movilización de peatones de acuerdo a los accesos al campus	132

4.6.3	Retos y oportunidades	134
4.7	MOVILIDAD DENTRO DEL CAMPUS	134
4.7.1	Transporte interno.....	136
4.7.2	Retos y oportunidades	136
4.8	INTERMODALIDAD	137
4.9	MOVILIZACIÓN DE CARGA.....	137
4.10	PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN CON RESPECTO A MOVILIDAD	138
4.11	EMISIONES DE GEI	143
4.12	CONDICIONES INSTITUCIONALES EN GESTIÓN DE LA MOVILIDAD.	145
4.13	HOJA DE RUTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE MOVILIDAD DEL CAMPUS CENTRAL DEL TEC	146
5	CONCLUSIONES	148
6	RECOMENDACIONES	149
7	BIBLIOGRAFÍA.....	151
	ANEXOS	156
	ANEXO 1. HOJAS PARA LA REALIZACIÓN DE AFOROS	157
	ANEXO 2. AFICHES DISEÑADOS PARA VOLUNTARIOS EN AFOROS.....	160
	ANEXO 3. AFICHE DISEÑADO PARA DIFUNDIR LA ENCUESTA.....	161
	ANEXO 4. ENCUESTA DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE TEC	162
	ANEXO 5. REGISTRO DE CAPACIDAD Y OCUPACIÓN DE PARQUEOS DE VEHÍCULOS DEL CAMPUS CENTRAL DEL TEC OBSERVADA EL DÍA 21-02-2017	171
	ANEXO 6. LISTA DE ESPACIOS DE PARQUEO PARA VEHÍCULOS DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA, 2016.....	174
	ANEXO 7. REGISTRO DE CAPACIDAD Y OCUPACIÓN DE PARQUEOS DE BICICLETA DEL CAMPUS CENTRAL DEL TEC OBSERVADA EL DÍA 21-02-2017	176
	ANEXO 8. HOJA DE RUTA PARA CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA	177

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Círculo vicioso del transporte orientado al vehículo	8
Figura 2. Jerarquía del transporte urbano en el marco de la movilidad sostenible.....	10
Figura 3. Condiciones de la movilidad Peatonal en el campus central del TEC.....	18
Figura 4. Movilidad en Bicicleta en el campus central del TEC.....	19
Figura 5. Rutas y horarios de los buses del TEC, actualizado en febrero 2017.	21
Figura 6. Ciclo de planificación para un Plan de Movilidad Sostenible	24
Figura 7. Ubicación geográfica del campus central del TEC.....	25
Figura 8. Esquema de obtención de datos seguido en la realización del presente proyecto.	26
Figura 9. Accesos identificados del campus central del TEC	27
Figura 10. Voluntarios trabajando en aforo en la entrada principal del TEC.....	28
Figura 11. Flujo de las entradas de personas por el acceso principal en la semana 3 y la semana 13 del 2016.....	32
Figura 12. Fotografías del desarrollo de la actividad participativa relaciona con movilidad relacionada en el campus central del TEC	42
Figura 13. Situaciones relacionadas con ocupación de parqueos y otros observadas en la visita de campo.	43
Figura 14. Composición de los habitantes del campus durante el I Semestre del 2017.....	51
Figura 15. Evolución de la población de la Sede Cartago del Instituto Tecnológico de Costa	52
Figura 16. Evolución de la población estudiantil de la Sede Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica durante los primeros semestres	53
Figura 17. Ubicación del campus del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.	54
Figura 18. Estado del acceso “Entrada Principal”	56
Figura 19. Estado del acceso “Entrada Gimnasio”.....	58
Figura 20. Estado del acceso “Entrada Parada de Buses”	60
Figura 21. Estado del acceso “Entrada Portón detrás del CEQIATEC”.....	62
Figura 22. Estado del acceso “Portón Escuela de Materiales/Producción Industrial”	64
Figura 23. Estado del acceso “Entrada Escuela de Ingeniería Forestal”.....	66
Figura 24. Bloques que generan el mayor flujo de personas en el campus central del TEC.	69

Figura 25. Zonas funcionales identificadas en el campus central del TEC según bloques de movilización de personas	71
Figura 26. Flujo sumatorio de la movilización de personas en todos los accesos al campus central del TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016	74
Figura 27. Flujo semanal de movilización de personas (entradas y salidas) agregado por acceso medido durante la semana 3 del segundo semestre del 2016.	77
Figura 28. Registro de movimientos en el acceso principal comparativo entre la semana 3 y la semana 13 del segundo semestre del 2016.....	78
Figura 29. Distribución modal declarada de funcionarios y estudiantes del campus central del TEC.	80
Figura 30. Distribución modal registrada en los accesos al campus durante la semana 3 del segundo semestre 2016.	81
Figura 31. Motivos de selección del modo de transporte para movilizarse la distancia más larga hacia el campus central del TEC.....	84
Figura 32. Satisfacción con los modos de movilización utilizados para movilizarse la distancia más larga hacia el campus central del TEC	85
Figura 33. Modos alternativos en los que a los estudiantes y funcionarios del campus central del TEC les gustaría viajar. Fuente: Encuesta de movilidad segundo semestre 2016	86
Figura 34. Motivos por los que los funcionarios y estudiantes no se movilizan en el modo que les gustaría viajar.....	88
Figura 35. Probabilidad de tener acceso a conducir un vehículo en los próximos 12 meses.	89
Figura 36. Cantón de origen de los viajes de estudiantes y funcionarios con origen en la provincia de Cartago.	90
Figura 37. Distrito de origen de los viajes de estudiantes y funcionarios con origen en el cantón Central de Cartago.....	91
Figura 38. Tiempo declarado en llegar a la institución asociado con los modos seleccionados para movilizarse la distancia más larga.	92
Figura 39. Mapa de vialidad y parqueos del campus central del TEC.	96

Figura 40. Proporción de los tipos de vehículo registrados durante los aforos de la semana 3 del segundo semestre 2016.	97
Figura 41. Flujo horario de la movilización de vehículos por día en todos los accesos al campus central del TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016, según el flujo de entrada y de salida.....	98
Figura 42. Balance semanal de entradas y salida promedio de los aforos vehiculares realizados durante la semana 3 del segundo semestre 2016.	99
Figura 43. Cantidad de vehículos registrados en la hora de pico de 7 am a 8 am de la semana 13 del segundo semestre 2016.	99
Figura 44. Ocupación horaria promedio registrada en los vehículos privados registrados la semana 3 del segundo semestre 2016.	100
Figura 45. Provincia origen de los viajes en vehículo privado hacia el campus central del TEC.	101
Figura 46. Cantones que dan origen a los viajes de la provincia de Cartago en vehículo privado hacia el campus central del TEC.....	101
Figura 47. Cantones que dan origen a los viajes de la provincia de San José en vehículo privado hacia el campus central del TEC.....	102
Figura 48. Mapa de la vialidad y parqueos futura del campus central del TEC.....	104
Figura 49. Vehículos mal estacionados encontrados durante la observación.....	105
Figura 50. Tiempo declarado que tardan las personas en encontrar espacio para estacionar su vehículo dentro del campus.	106
Figura 51. Satisfacción de estudiantes y funcionarios con la calidad y nivel de servicio de los estacionamientos dentro del campus central del TEC	106
Figura 52. Disposición de estudiantes y funcionarios de utilizar una plataforma institucional para arreglar viajes en carro compartido.....	108
Figura 53. Paradas principales del transporte público ubicadas en el centro de Cartago utilizadas por funcionarios y estudiantes para llegar al campus central del TEC.	112
Figura 54. Movilización de personas diaria mediante las rutas de transporte público con origen/destino en el campus central del TEC.....	113

Figura 55. Cantidad de rutas de buses que llegan y salen del TEC movilizadas por hora en el campus central del TEC.	114
Figura 56. Destinos que los usuarios de los autobuses del TEC consideran que las rutas del TEC deberían cubrir.....	116
Figura 57. Horario del tren Cartago-San José y San José –Cartago.....	118
Figura 58. Flujo sumatorio de la movilización de personas en bicicleta en todos los accesos al campus central del TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016, según el flujo de entrada y de salida.	121
Figura 59. Balance de la entrada y salida de personas en bicicleta del campus central del TEC durante el día miércoles de la semana 3 del segundo semestre del 2016.....	122
Figura 60. Distritos del cantón central de Cartago que originan viajes en bicicleta de estudiantes y funcionarios al campus central del TEC.	122
Figura 61. Registro semanal de movilización horaria de personas en bicicleta en los accesos al TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016.	123
Figura 62. Término de la Ciclovía municipal de Cartago en la entrada principal del campus central del TEC.	124
Figura 63. Parqueos para bicicleta registrados en el campus central del TEC.....	125
Figura 64. Tipos de parqueos de bicicleta encontrados en el campus central del TEC, tipo rejilla y tipo gota con aseguramiento en el cuadro.	126
Figura 65. Motivos de insatisfacción con los parqueos de bicicletas del campus central del TEC declarados por sus usuarios.	127
Figura 66. Zonas en las que los usuarios de bicicleta consideran que falta parqueo de bicicletas.	127
Figura 67. Disposición de estudiantes y funcionarios a utilizar un posible sistema de préstamos de bicicletas para la movilización dentro del campus.	128
Figura 68. Flujo sumatorio de la movilización de peatones en todos los accesos al campus central del TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016	131
Figura 69. Distritos del cantón central de Cartago que originan viajes caminando de estudiantes y funcionarios al campus central del TEC.	132
Figura 70. Movilización de peatones agregados por acceso al campus central del TEC...	133

Figura 71. Comportamiento horario por acceso de peatones durante la semana 3 del segundo semestre 2016.....	133
Figura 72. Modo de movilizarse dentro del campus central del TEC por parte de estudiantes y funcionarios.....	134
Figura 73. Motivos de la selección del modo para movilizarse dentro del campus central del TEC por parte de estudiantes y funcionarios.	135
Figura 74. Modos en los que a la población del TEC le gustaría movilizarse dentro del campus.	136
Figura 75. Registro de movilizaciones en sentido entrada de vehículos de carga por la entrada principal durante la semana 3 del segundo semestre del 2016.	138
Figura 76. Proporción de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo a las afirmaciones sobre prácticas relacionadas con movilidad personal.....	141
Figura 77. Proporción de respuestas afirmativas a incentivos para viajar de una manera sostenible.....	142
Figura 78. Líneas de acción propuestas para el Plan de Movilidad Sostenible del campus central del TEC	147

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Horas registradas de acuerdo a los accesos en los aforos realizados.....	29
Cuadro 2. Observaciones climatológicas y otras relevantes de los días aforados	29
Cuadro 3. Detalle de las consideraciones tomadas en los conteos	30
Cuadro 4. Consideraciones tomadas en el análisis del flujo de personas según el modo de movilización registrado.....	33
Cuadro 5. Cantidad de buses por hora y ocupación según tipo de ruta utilizada en el análisis de flujo de personas.	34
Cuadro 6. Consideraciones tomadas en el análisis del flujo de personas según el modo de movilización registrado.....	36
Cuadro 7. Resumen de los datos de muestreo de la encuesta con un 95% de confianza	38

Cuadro 8. Descripción de las variables analizadas obtenidas de la encuesta de movilidad 2016	38
Cuadro 9. Definición de criterios para evaluar las condiciones de las entradas al campus central del TEC.	45
Cuadro 10. Datos y supuestos utilizados en el cálculo de emisiones del transporte al TEC mediante vehículos privados	48
Cuadro 11. Distancia de algunos centros urbanos a la sede Cartago del TEC:	55
Cuadro 12. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Principal”	57
Cuadro 13. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Gimnasio”	58
Cuadro 14. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Parada de Buses”	60
Cuadro 15. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Portón detrás del CEQIATEC”	62
Cuadro 16. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Portón Escuela de Materiales/Producción Industrial”	64
Cuadro 17. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Escuela de Ingeniería Forestal”	66
Cuadro 18. Resumen de la categorización de las características de los accesos al campus central del TEC	68
Cuadro 19. Bloques de edificios más frecuentados según información recolectada en la encuesta de Movilidad y Transporte 2016	70
Cuadro 20. Coincidencia identificada entre periodos picos de movilización de personas y horarios principales de lecciones	75
Cuadro 21. Provincia de origen de los viajes que se dirigen hacia el campus central del Instituto Tecnológico de Costa	90
Cuadro 22. Provincia de origen de los viajes que se dirigen hacia el campus central del Instituto Tecnológico de Costa	103
Cuadro 23. Cantones de origen de los viajes de los estudiantes y funcionarios que viajan en bus desde las provincias de Cartago y San José.....	111
Cuadro 24. Áreas de acción clave para mejorar la movilidad según información recolectada en la actividad participativa	138

Cuadro 25. Emisiones de GEI causadas por los viajes de vehículos privados hacia y desde el TEC.....	144
Cuadro 26. Actores relacionados con la gestión de la movilidad dentro del campus central del TEC	145

LISTA DE ACRÓNIMOS

AFITEC: Asociación de Funcionarios del TEC

BAU: Business as usual

CAF: Banco de Desarrollo de América Latina

CEQIATEC: Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos del
Tecnológico de Costa Rica

CONARE: Consejo Nacional de Rectores

CTP: Consejo de Transporte Público

DATIC: Departamento de Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones

DOT: Desarrollo Orientado al Transporte

FEITEC: Federación de Estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica

GAM: Gran Área Metropolitana

GAM: Gran Área Metropolitana

GEI: Gases de Efecto Invernadero

IEA: Agencia Internacional de Energía

IMN: Instituto Meteorológico Nacional

INCOFER: Instituto Costarricense de Ferrocarriles

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

ITDP: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo

LAIMI: Laboratorio Institucional de Microcomputadores

LUMACA: Empresa de Buses con rutas Cartago-San José

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OPI: Oficina de Planificación Institucional

PMES: Proyecto de Mejoramiento de la Educación Superior

SESLab: Laboratorio de Sistemas Electrónicos para la Sostenibilidad

TEC: Tecnológico de Costa Rica

WBCSD: Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible

RESUMEN

La adecuada planificación del transporte es uno de los mayores retos que enfrentan las ciudades hoy día. En Costa Rica, la falta de planificación del transporte ha ocasionado una serie de desafíos ambientales, sociales y económicos. El campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica está empezando a mostrar los primeros síntomas de la falta de planificación del transporte: congestión vehicular en horas picos y saturación de los espacios de parqueo. El presente trabajo realizó un análisis de la movilidad de estudiantes y funcionarios hacia el campus, así como del comportamiento de las movilizaciones en los accesos a la institución. La información se obtuvo mediante encuestas, aforos peatonales, ciclistas y vehiculares, además un análisis de la infraestructura existente. Se encontró que los patrones de movilidad de la población son bastante estables, que la mayoría de la población se moviliza mediante modos sostenibles (bus, en bicicleta y caminando) y se determinó que de no tomar medidas para mejorar los modos de movilización sostenibles y desincentivar el transporte privado, es posible que la tasa de motorización en la institución aumente. Se diseñó una Hoja de Ruta para la implementación de un Plan de Movilidad Institucional, en la cual se incluyen recomendaciones clave para aumentar la utilización de modos de transporte activos y bajos en emisiones. Por último este estudio establece una línea base robusta de la movilización de estudiantes y funcionarios del campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica para el II semestre del 2016. Además es un método replicable para el monitoreo continuo de la movilidad y el transporte

Palabras clave: Movilidad sostenible, Plan de movilidad, Cambio modal, Línea base, Aforos, Universidad, Campus, Costa Rica.

ABSTRACT

Proper transportation planning is one of the biggest challenges that cities are facing today. In Costa Rica, the lack of transportation planning has caused a series of environmental, social and economic challenges. The central campus of the Technological Institute of Costa Rica is beginning to show the first symptoms of lack of transportation planning: traffic congestion at peak hours and saturation of parking spaces. This research carried out an analysis of the mobility of students, professors and administrative staff towards the campus, as well as the behavior of the mobilizations in the accesses of the campus. Information was collected through surveys, traffic counts of pedestrian, cyclists and vehicles and an analysis of the existing infrastructure. The research found that the mobilization patterns of the population are quite stable, that the majority of the population moves by using sustainable modes (bus, bicycle and walking) and it was determined that if measures are not taken to improve the sustainable modes of mobilization and discourage private transport, it is possible that the motorization rate in the institution will increase over time. A roadmap for the implementation of an Institutional Mobility Plan was designed, which includes key recommendations to increase the mobility using active and low emissions transportation modes. Finally, this study establishes a robust baseline of the mobilization of students, professors and administrative staff of the central campus of the Technological Institute of Costa Rica on the II semester of 2016. Also it is a replicable method for continuously monitoring mobility and transportation.

Key words: Sustainable Mobility, Mobility Plan, Modal Change, Baseline, Traffic count, University, Campus, Costa Rica.

1 INTRODUCCIÓN

La movilización se ha convertido en una necesidad básica de la vida cotidiana. Necesitamos movilizarnos para relacionarnos con los otros, intercambiar bienes y para acceder a servicios. El modelo tradicional de planificación de transporte ha dado prioridad a los vehículos sobre las personas, lo cual ha provocado serios efectos ambientales, sociales y económicos. Más del 14% de las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del mundo son producto del transporte (IPCC, 2015). Además, se calcula que en el 2010 los costos asociados a la contaminación del aire por casusa del transporte terrestre ascendieron a 1,7 billones de dólares en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, lo equivalente casi al tamaño de la economía canadiense (OCDE, 2014).

En Costa Rica, la situación se tiñe con colores de urgencia. El 44% de las emisiones totales del país son producto del sector transporte (IMN, 2015). Según una encuesta de la Contraloría General de la República el 25% de los trabajadores del Valle Central tardan más de 2 horas en llegar a su lugar de trabajo (Programa Estado de la Nación, 2015). Por otro lado, el parque vehicular se ha duplicado en los últimos 20 años (MINAE, 2015). Así, el ordenamiento territorial, por su alta complejidad y sus múltiples implicaciones, siendo el transporte una de las más relevantes, constituye uno de los principales desafíos ambientales y, en general, del desarrollo humano sostenible de Costa Rica (Programa Estado de la Nación, 2015).

El Instituto Tecnológico de Costa Rica, universidad estatal en pleno crecimiento, no se excluye de este desafío. El campus central ubicado en Cartago, es un punto atractor de una gran cantidad de viajes debido al transporte de 7646 estudiantes (Departamento de Admisión y Registro, 2017), 1463 funcionarios (Espinoza, 2017) y visitantes. El campus ya empieza a mostrar las primeras consecuencias de una deficiente planificación de transporte: conflicto por parqueos y aumento de estos. Por tanto es esencial que se prevenga mediante una planificación integral de la movilidad de los usuarios del campus, de manera tal que mejore la calidad de vida de estos y se sienta un precedente a nivel país.

Los campus universitarios son sitios privilegiados para incentivar la sostenibilidad y para cambiar los patrones de movilidad de la sociedad. Los estudiantes tienden a ser más

receptivos a cambios en hábitos y costumbres y son los que a largo plazo van a ocupar posiciones de influencia en el gobierno, compañías y otros tipos de organizaciones. De manera tal que los campus universitarios pueden funcionar como laboratorios, tanto de prueba como de implementación de estrategias para modificar el comportamiento de los viajes y para gestionar el transporte de una manera sostenible (Balsas, 2003).

Un Plan de Movilidad Sostenible es una estrategia integral de planificación de transporte, que busca satisfacer las necesidades de movilización de las personas en ciudades y sus alrededores y con esto, mejorar su calidad de vida (Rupprecht Consult, 2013). Las medidas para promover la movilidad sostenible suelen estar asociadas con el incentivo del uso del transporte público, de la bicicleta y del caminar, así como con desincentivar el uso individual de vehículos de motor (vehículos y motocicletas) (C. F. Pardo, 2010). Un Plan de Movilidad Sostenible incorpora estas medidas junto con otras estrategias de planificación territorial, en una estrategia a corto, mediano y largo plazo y propicia así un cambio en los patrones de movilización de los usuarios.

Este proyecto de investigación busca sentar los cimientos para el desarrollo de un Plan de Movilidad Sostenible en el campus central de Instituto Tecnológico de Costa Rica, de manera tal que la institución tome responsabilidad sobre la movilidad tanto de estudiantes como de funcionarios del campus y además incorpore la variable movilidad como eje transversal en todo desarrollo futuro del campus.

Con tal fin, se realizó un diagnóstico de la movilidad de estudiantes y funcionarios en el campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con base en el cual se elaboró una Hoja de Ruta con medidas a corto, mediano y largo plazo para la implementación posterior por parte de los tomadores de decisiones de la Institución.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Analizar la movilidad de la población de estudiantes y funcionarios del campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar el comportamiento de los viajes de estudiantes y funcionarios hacia el campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Analizar el comportamiento de las movilizaciones de personas caminando, en bicicleta y en vehículos en los accesos al campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Diseñar una Hoja de Ruta para la implementación de un Plan de Movilidad Sostenible institucional que promueva un cambio modal y mejore la calidad de las movilizaciones de estudiantes y funcionarios del Instituto Tecnológico de Costa Rica

2 MARCO TEÓRICO

2.1 TRANSPORTE Y MOVILIDAD

El transporte y la movilidad son dos conceptos que gran parte de la población puede entender de manera intuitiva. A pesar de esto, parece ser difícil hacer una distinción entre ambos. Pues, aunque que no hay movilidad sin transporte (excepto a pie), ni transporte sin movilidad, movilidad y transporte no son sinónimos (Gutiérrez, 2009). Por tanto, es necesario plantear una diferenciación con el fin de construir una base conceptual.

La movilidad según Gutiérrez (2012) *“es una práctica social de desplazamiento entre lugares con el fin de concretar actividades cotidianas; involucra el desplazamiento de las personas y sus bienes, y conjuga deseos y/o necesidades de viaje (o requerimientos de movilidad) y capacidades objetivas y subjetivas de satisfacerlos, de cuya interacción resultan las condiciones de acceso de grupos sociales a la vida cotidiana”*. Por su parte, el transporte se refiere al medio por el cual se realiza el desplazamiento, es decir, considera tanto los vehículos o medios utilizados para trasladarse, como las vías por las que se transita (Banister, 2008). En síntesis, el transporte es el soporte de la movilidad.

En las ciudades modernas la movilidad se ha transformado en una necesidad básica y un derecho. Necesitamos movilizarnos para relacionarnos con los otros, intercambiar bienes y para acceder a servicios. Así, la posibilidad de desplazarse por y en la ciudad se puede considerar como una de las libertades de las sociedades democráticas (Lazo, 2008).

Por su parte, el derecho correspondiente a la movilidad va más allá de tener la posibilidad de llegar de un sitio a otro, debe considerarse la calidad del desplazamiento. Esto debido a que la relación del usuario con su medio de transporte tiene un impacto directo en la manera en que las personas se entienden así mismas y a las demás. Como señala Michel Foucault (1975), *“existe un conjunto de elementos materiales y de técnicas que sirven de armas, de relevos, de vías de comunicación y de puntos de apoyo a las relaciones de poder y de saber que cercan los cuerpos humanos y los dominan”*. Por tanto, si se comprende por esos elementos materiales a los medios de transporte y traslado, debe de entenderse a su vez el impacto que tienen los mismos sobre los cuerpos, es decir, sobre la manera en que los usuarios entienden a su entorno y a sí mismos. Así, la movilidad es un derecho que trasciende la eficiencia de

llegar de un lugar a otro en el menor tiempo y al menor costo posible, e incumbe el disfrutar de la experiencia de moverse (Ascher, 2005)

2.2 MOVILIDAD SOSTENIBLE

Es natural que el primer concepto con el que se relacione movilidad sostenible sea con desarrollo sostenible. Según el Informe Brundtland (1987), desarrollo sostenible se define como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Mas este concepto no es suficiente para enmarcar la sostenibilidad aplicada a la movilidad y a los sistemas de transporte, es necesaria una profundización mucho mayor que considere componentes ambientales, sociales y económicos y que tenga en cuenta las consecuencias del transporte en la manera en la que las personas se movilizan.

Una de las definiciones más aceptadas del término movilidad sostenible la desarrolló el Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible (WBCSD por sus siglas en inglés) en el 2004, el cual define movilidad sostenible como *“la habilidad de satisfacer las necesidades de la sociedad de moverse libremente, tener acceso, comunicarse, comerciar y establecer relaciones sin sacrificar otros valores esenciales tanto humanos como ecológicos hoy o en el futuro”*.

Por su parte, el Centro para el Transporte Sostenible (2005) amplía el concepto definiendo que un Sistema de Transporte Sostenible es aquel que permite a los individuos, compañías y sociedades satisfacer las necesidades básicas de acceso a sitios y actividades en completa seguridad, de manera consistente con la salud humana y con la de los ecosistemas. Otras características relevantes de los Sistemas de Transporte Sostenibles es que promueven la equidad dentro y entre las generaciones sucesivas, poseen un costo accesible, operan de manera justa y eficiente, ofrecen a toda la población una buena opción para moverse y por tanto apoyan una economía competitiva. Adicionalmente limitan las emisiones y los residuos del transporte a la capacidad del planeta para absorberlos y promueven el uso de recursos renovables

A nivel de planificación el enfoque tradicional de planificación del transporte se focaliza en las dimensiones físicas, busca controlar el tráfico y por ende planifica para los medios de

transporte motorizados, especialmente vehículos automotores privados. En contraste, la planificación del transporte enfocada en movilidad sostenible encauza el planeamiento hacia una dimensión social, centrada en las personas y en todos los modos de transporte, normalmente tomando en cuenta una jerarquía donde los peatones y ciclistas están primero. Además, tiene una visión de planificación más allá de predicción del tráfico, considera la planificación a nivel ciudad como piedra angular para el transporte (Banister, 2008).

2.2.1 Priorización del transporte urbano según la Movilidad Sostenible

Con la rápida urbanización y crecimiento económico se ha acelerado la motorización en las ciudades de los países en desarrollo. Hay una tendencia a expandir la infraestructura para vehículos privados, los cuales ya dominan la infraestructura pública. Las políticas para la construcción de más carreteras han fallado en solucionar el problema de la creciente demanda, resultando en su lugar en el círculo vicioso descrito en la Figura 1. Este ciclo muestra que el aumento de la infraestructura, como una medida para alivianar el tráfico, produce una consecuencia positiva aparente a corto plazo, más algún tiempo después habrá una congestión mucho mayor (C. F. Pardo, 2010). Además, los recursos que invierte un país para mejorar la infraestructura vial y aumentar los sitios de parqueos, son los que luego faltan para la mejora del transporte público o la infraestructura para modos no motorizados. De esta forma surgen más usuarios insatisfechos que buscan la manera de adquirir un vehículo privado, generando finalmente más congestión.

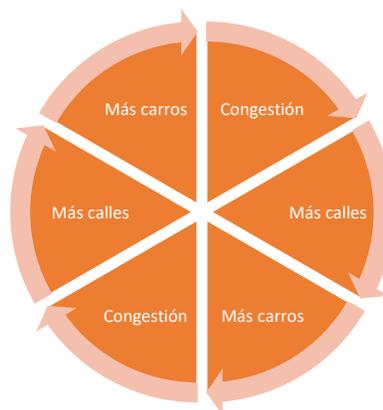


Figura 1. Círculo vicioso del transporte orientado al vehículo
Fuente: (Buis, 2009)

Así, aunque los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público son mayoría, el número de vehículos ha ido en aumento y estos dominan las calles, la inversión y el espacio público. Como resultado de esto el sector transporte tiene una gran responsabilidad en relación con los problemas de salud pública en las ciudades como por ejemplo la contaminación del aire (acidificación, smog), ruido, emisiones de gases de efecto invernadero y accidentes de tráfico (C. F. Pardo, 2010).

La movilidad sostenible aspira a revertir esta tendencia. Se ha diseñado un modelo conceptual con el cual se prioriza de manera consistente con los principios de movilidad sostenible los diferentes modos de transporte, y por ende la inversión, proyectos y utilización del espacio público. Este modelo, llamado jerarquía del transporte, determina la forma en que se conciben las ciudades, se confieren los derechos y las obligaciones en estas, y se asignan los recursos para el desarrollo y mejora de los sistemas de movilidad y de transporte. Asimismo, tiene implicaciones importantes sobre la cultura vial de los ciudadanos (ITDP, 2011).

La jerarquía del transporte se representa como una pirámide invertida, donde entre más arriba de la pirámide más deseable es el modo de movilización y por ende se le debe asignar una mayor relevancia (Ver Figura 2). Esta jerarquía da prioridad a los viajes que tienen una mayor relación entre costo y beneficio en términos sociales, ambientales y económicos. Por ejemplo, modos de movilización que demanden poca energía no renovable, generen menos emisiones contaminantes, sean eficientes en el uso del espacio urbano, propicien la actividad física entre los habitantes de las ciudades e impliquen menor gasto por kilómetro-persona se consideran prioritarios en relación a inversión pública y asignación de espacio público (ITDP, 2011).

A la cabeza de esta pirámide se encuentran los peatones, seguidos por los ciclistas y otros modos de movilidad no motorizados como patines, patinetas usualmente no considerados por los planificadores pero de suma utilidad, seguido del transporte público, estos responden a intereses colectivos. Mientras que el transporte de carga y los vehículos privados y motos, últimos en la pirámide, corresponden a intereses de índole privada. La accesibilidad es un eje transversal importante, de manera tal que se promueva la equidad a nivel de acceso al transporte, y con esto la justicia social entre los diferentes grupos de habitantes con todas sus particularidades. Así mismo, un sistema de transporte sostenible debe promover la integración de diferentes modos, es decir, que en un mismo viaje se facilite el caminar,

utilizar la bicicleta y el transporte público. Este concepto se denomina intermodalidad (ITDP, 2011).

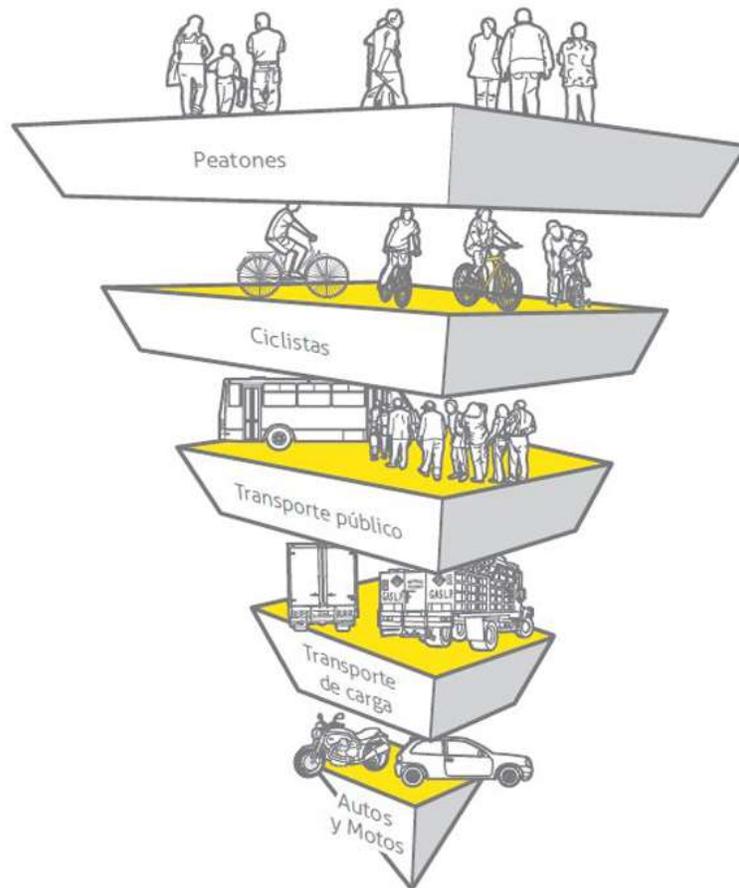


Figura 2. Jerarquía del transporte urbano en el marco de la movilidad sostenible
Fuente: (ITDP, 2011)

2.2.2 Beneficios de los proyectos con enfoque de movilidad sostenible

Los proyectos con enfoque de movilidad sostenible generan múltiples beneficios tanto para la ciudad, como para el individuo. Por ejemplo desde el punto de vista ambiental se disminuyen las emisiones de CO₂ del sector transporte. Esto integrar viajes y reducir distancias de movilización, promover el uso de transportes activos (caminar y andar en bicicleta), invertir en transporte público y reducir el uso del automóvil.

La contaminación atmosférica generada por la quema de combustibles fósiles en vehículos automotores causa problemas indirectos en la salud como asma, bronquitis y otras enfermedades pulmonares. Por tanto, los proyectos de movilidad sostenible ofrecen mejoras en la salud individual, al promover el transporte activo cero emisiones, práctica además

aumenta la actividad física, disminuye el sedentarismo y por ende puede reducir los índices de obesidad. Los proyectos de movilidad sostenible también ofrecen mejoras en la salud en la pública, al mejorar la calidad del ambiente, (Banister, 2008).

Desde el punto de vista social, las políticas y proyectos de movilidad sostenible pueden también ser herramientas de inserción y cohesión social. Si estas políticas y proyectos de movilidad sostenible son pensadas con un enfoque de equidad social, pueden generar mayores oportunidades de acceso a centros educativos, de salud, sitios de trabajo y otros servicios a los distintos grupos sociales al mejorar las maneras de moverse a éstos (Obra Social Caja Madrid, 2010).

Al implementar programas de movilidad se disminuye la cantidad de tiempo invertido en trasladarse, aumentando así el tiempo disponible para la productividad y el ocio de las personas. Esto, repercute en una mejora de la competitividad del país (CAF, 2011).

Es importante acotar que para que un proyecto de movilidad sostenible realmente funcione, más allá del diseño lo más importante es la aceptación de las personas. Sólo cuando se tiene el suficiente apoyo público hacia el cambio es que se logra que estos proyectos sucedan (Banister, 2008).

2.3 SITUACIÓN MUNDIAL

Las emisiones de CO₂ y otros Gases de Efecto Invernadero (GEI) han ido en aumento desde la era industrial. Estas son la principal causa del calentamiento global y del cambio climático. El calentamiento global muestra efectos claros en la actualidad. Por ejemplo, las últimas décadas han sido sucesivamente más calientes la una que la otra, se han observado con mayor frecuencia tanto olas de calor como huracanes, los patrones de precipitación están cambiando y con esto los animales modifican su distribución geográfica entre otras consecuencias (IPCC, 2015).

Se estima que las ciudades son responsables del 75% de las emisiones de CO₂ globales (UNEP-DTIE, 2012), esto pues reúnen a una grandísima proporción de la población mundial. Ya para el 2014 el 54% de la población mundial vivía en ciudades (United Nations, 2014) y se espera que para el 2050 el porcentaje de población urbana del mundo ascienda a 66% (United Nations, 2014). Por su parte, la región de Latinoamérica y el Caribe es de las de más

rápida urbanización en el mundo, pero más lento desarrollo. En el 2014 el 80% de la población latinoamericana vivía en zonas urbanas (United Nations, 2014).

Para evitar los peores impactos del cambio climático el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) recomienda reducir en un 50% las emisiones globales de CO₂ para el 2050. Es imposible ignorar el gran reto a nivel ambiental que representa el desarrollo y crecimiento de las ciudades, en las cuales el transporte y la movilidad deben ser tomados como un eje central, de forma tal que se logre controlar al máximo las emisiones ligadas al transporte y se mejore la calidad de vida de los habitantes (Lazo, 2008).

Más del 96% del transporte en el mundo utiliza derivados del petróleo como fuente de energía, esto representa un consumo total 2,200 millones de toneladas de petróleo equivalente cada año (World Economic Forum, 2011). Esto genera más del 14% del total de las emisiones de GEI del mundo son producto del sector transporte (IPCC, 2015). La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) (2009) proyecta un aumento de un 50% en las emisiones del transporte para el 2030 y más de un 80% para el 2050. Por tanto, el transporte es sumamente sensible en relación con el cambio climático y debe ser prioritario en la agenda mundial.

Por otro lado, muchas ciudades y en especial las de países en vías de desarrollo, enfrentan un reto común: la congestión. Esta produce una reducción de la movilidad que se traduce, sobre todo en los sectores más vulnerables, en una movilidad forzada y de mala calidad (Lazo, 2008).

Este es un problema multisistémico, su solución va más allá de aumentar la eficiencia de los vehículos y cambiar de tecnología. Es necesario trabajar en mejorar las políticas de transporte y en mejorar los sistemas de movilidad y transporte dentro y entre ciudades.

2.4 SITUACIÓN DE COSTA RICA

El modelo de planificación de transporte que se ha seguido en Costa Rica ha ocasionado consecuencias que afectan notablemente a gran parte de la población. Se han diseñado ciudades para automóviles, no para las personas, y como resultado se produce una alta contaminación, segregación de oportunidades según capacidad adquisitiva, pérdida de

tiempo productivo y de dinero. Desde el punto de vista de ambiental, alrededor del 44% de las emisiones de CO₂ totales del país provienen del transporte (IMN, 2015).

Se ha demostrado, por medio de la experiencia internacional, que el camino hacia la reducción de emisiones es la consolidación de un sistema de transporte público e integrado que revierta el uso del transporte privado (41% de las emisiones del sector transporte en Costa Rica corresponden al transporte privado) (MINAE, 2015).

Es imprescindible tener clara la situación actual del país en relación al transporte y movilidad. El modelo de transporte instaurado en Costa Rica privilegia la movilidad individual sobre la colectiva. Como prueba de lo anterior el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 (2014) lista 35 proyectos relacionados con transporte, de los cuales solamente 3 están relacionados con transporte público. Es decir, tanto la inversión como los esfuerzos gubernamentales están enfocados en mejorar las condiciones de la movilidad privada.

Además, la población en las zonas urbanas ha crecido rápidamente, de un 59% en el 2000 pasó a 72,8% en el 2011 (PNUD, 2013), más es un crecimiento poco denso. La Gran Área Metropolitana (GAM) es una de las zonas metropolitanas más extensas y menos densas de América Latina, caracterizada por la ausencia de una planificación urbana adecuada y de un sistema de transporte integrado. Por ende, las zonas productivas y habitacionales se encuentran dispersas y desconectadas entre sí y la población se ve obligada realizar grandes desplazamientos diariamente (MINAE, 2015).

En el VII Plan Nacional de Energía (2015) se reconoce la necesidad de realizar cambios importantes en el sector transporte. Estos en esencia buscan darle una mayor importancia al transporte público para movilizar personas en las ciudades del país, generar una reducción significativa de los tiempos de transporte de personas y mercancías, además de una reducción notable de los costos unitarios de transporte público y privado y un aumento en la calidad de vida derivada de la mejora sustancial en los procesos de transporte.

De manera paralela, el parque vehicular se duplicó en los últimos 20 años, aumentando la congestión vial en las carreteras y la contaminación en las zonas urbanas. En 1994 habían 132 vehículos por cada 1000 habitantes y para el 2014 esta cifra aumentó a 263. Además, en

la actualidad la edad promedio de la flota vehicular en el país es de 16 años (MINAE, 2015). Los vehículos en su mayoría, son ineficientes y contaminantes.

Así, el número de vehículos privados en el país ha aumentado, mientras que el uso del transporte público ha disminuido. En 1999 el 60% de los viajes se realizaban por medio de autobús, pero en el 2007 sólo el 45%. La desintegración del transporte público, la inseguridad ciudadana, la escasa información al usuario y la lentitud del transporte público en comparación con los vehículos privados ha motivado este cambio de comportamiento (MINAE, 2015).

En este contexto el VII Plan Nacional de Energía plantea 3 ejes de acción específicos en aras de mejorar la movilidad y el transporte: avanzar hacia una flota vehicular más amigable con el ambiente, un transporte público sostenible y combustibles más limpios. Cabe destacar que esto es un buen avance, pues marca el inicio del cambio de paradigma desde transporte hacia movilidad, sin embargo apremia un abordaje más profundo y amplio del tema a nivel político y social que repercuta en acciones concretas (MINAE, 2015).

2.5 SITUACIÓN DEL TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

En la época moderna, las universidades se han encargado de darle forma a la sociedad y han contribuido con una gran base de conocimiento al educar a la fuerza de desarrollo de los países. El Tecnológico de Costa Rica (TEC), es una de las cinco universidades públicas del país, la cual, desde 1971 forma a profesionales en distintas ramas de la tecnología y otras ciencias.

La institución cuenta con una serie de principios que marcan su línea de acción. Dentro de estos es importante mencionar los primeros dos: la búsqueda de la excelencia en el desarrollo de todas sus actividades y la vinculación permanente con la realidad costarricense como medio de orientar sus políticas y acciones a las necesidades del país (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2012a)

Por otro lado, el tema de movilidad y mejora del transporte también se encuentra implícito en los objetivos del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El sexto objetivo específico corresponde a *“contar con procesos administrativos y de apoyo a la vida estudiantil ágiles, flexibles, oportunos y de calidad para el desarrollo de las actividades académicas”*. El Plan

Estratégico 2011-2015 plantea varias acciones para cumplir este objetivo, entre estas crear mecanismos de gestión para fortalecer el apoyo a la academia bajo una perspectiva enfocada al usuario, elaborar un estudio integral de la capacidad instalada y mejorar la eficiencia y la eficacia en el uso de los recursos.

2.5.1 Iniciativas en relación a infraestructura del Tecnológico de Costa Rica

El Plan de Mejoramiento del TEC (2012b) reconoce que los servicios de transporte actuales son una de las debilidades de la institución, pues son insuficientes para atender a la población estudiantil, y por ende representan una limitante para su crecimiento. De esta manera la universidad ha incluido el tema del transporte dentro de su planificación. A continuación se presentan los planes de desarrollo más recientes de la institución y sus menciones sobre transporte:

- Plan de Infraestructura 2011-2026 (2011)

Este plan contiene 32 proyectos de infraestructura nueva y modernización de la existente en la sede central, de los cuales sólo dos se relacionan a transporte. El primero es acerca de la construcción de una nueva terminal de buses al costado oeste del campus, con acceso por la vía pública. El segundo se denomina “reordenamiento del tránsito vehicular y peatonal”, pero sólo contempla la ampliación del anillo vehicular y habilitación de la entrada sur del campus, es un proyecto enfocado en el tránsito vehicular. Vale la pena aclarar que estos proyectos aún no cuentan con financiamiento ni fecha de inicio definida.

- Plan de Mejoramiento Institucional (2012)

Amplía varios de los proyectos indicados en el Plan de Infraestructura 2011-2026 en cuanto a construcción e implementación, más no añade ninguno nuevo.

- Proyecto de Mejoramiento de la Educación Superior (2012)

En el 2012 CONARE redactó el Proyecto de Mejoramiento de la Educación Superior (PMES), cuyo principal objetivo es fortalecer y desarrollar las capacidades del talento humano potenciando el conocimiento e incorporando la ciencia, la tecnología y la innovación, en las áreas relevantes de las universidades estatales, para contribuir a la

construcción de una nación más competitiva, próspera, solidaria, inclusiva y ambientalmente sostenible.

Este proyecto obtuvo financiamiento del Banco Mundial y se encuentra actualmente en ejecución. En el campus central se encuentran listados grandes 7 proyectos de construcción de infraestructura, representando un desarrollo importante en la zona este del campus. Es sin lugar a dudas el proyecto que más va a cambiar a corto plazo tanto la estructura, como dinámica del campus y por tanto, también modificará los patrones de movilización de los usuarios.

- Plan anual operativo 2016 (2016)

Este plan no contempla acciones estratégicas ni metas específicas que pretendan mejorar la movilidad y el transporte del campus. Sin embargo, para cumplir a cabalidad algunos de los objetivos específicos planteados, las acciones y metas relacionadas a movilidad son indispensables.

- Plan Maestro (2016-2026)

La Oficina de Ingeniería se encuentra actualmente en el proceso de la elaboración de un nuevo plan maestro para el campus central del TEC, con el fin de que se adapte a las nuevas necesidades y exigencias tanto de la población actual, como de la futura.

En relación con movilidad el plan contemplará una nueva zonificación, rutas de transporte colectivo interno y externo, una ruta para de ciclovía, rutas de circulación peatonal, un circuito biosaludable (circuito que promueva el ejercicio en un ambiente con vegetación), nuevas zonas de parqueo vehicular, nuevas calles y ampliación de otras.

Es importante recalcar que hubo un gran vacío de información en el diseño de las mejoras anteriormente citadas, pues no se cuenta con estudios de flujos de vehículos ni de personas, tampoco se tiene información sobre rutas más utilizadas por peatones ni por ciclistas, no se tiene información sobre la percepción de los usuarios sobre las necesidades y preferencias en cuanto a de movilidad, ni proyecciones claras de población estudiantil futura. Es decir, dichas propuestas se han planteado sin un

sustento técnico de información básica de manera que la infraestructura verdaderamente atienda las necesidades de la población del TEC.

2.6 CONTEXTO ACTUAL DEL TRANSPORTE Y MOVILIDAD EN EL TEC

Actualmente en el TEC no hay una entidad que se haga cargo de gestionar, ordenar y coordinar la movilidad y el transporte. Diferentes departamentos del campus tienen funciones separadas que se relacionan con movilidad y transporte, entre estos la Oficina de Ingeniería, el Departamento de Servicios Generales, la Federación de Estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Vicerrectoría de Administración, el departamento de Gestión Ambiental del registro y el Departamento de Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DATIC).

2.6.1 Movilidad Peatonal

El TEC cuenta actualmente con 6 accesos peatonales a la institución (Ver Figura 3). De los cuales 5 son de acceso abierto (el acceso ubicado en las residencias estudiantiles está restringido a estudiantes que habiten ahí).

Además, cuenta con una amplia red de caminos peatonales techados y no techados. La institución se ha preocupado por brindar condiciones de accesibilidad universal a las aceras de la institución, en este sentido ha instalado adaptaciones según la ley 7600 en muchas de las rutas principales.

Es importante apuntar que las condiciones de accesibilidad se deben cumplir no solo en las rutas internas, sino en los accesos, en los alrededores de la institución y en los puntos de interacción con otros medios de transporte. No existe ningún registro en la institución que analice la infraestructura desde este enfoque.

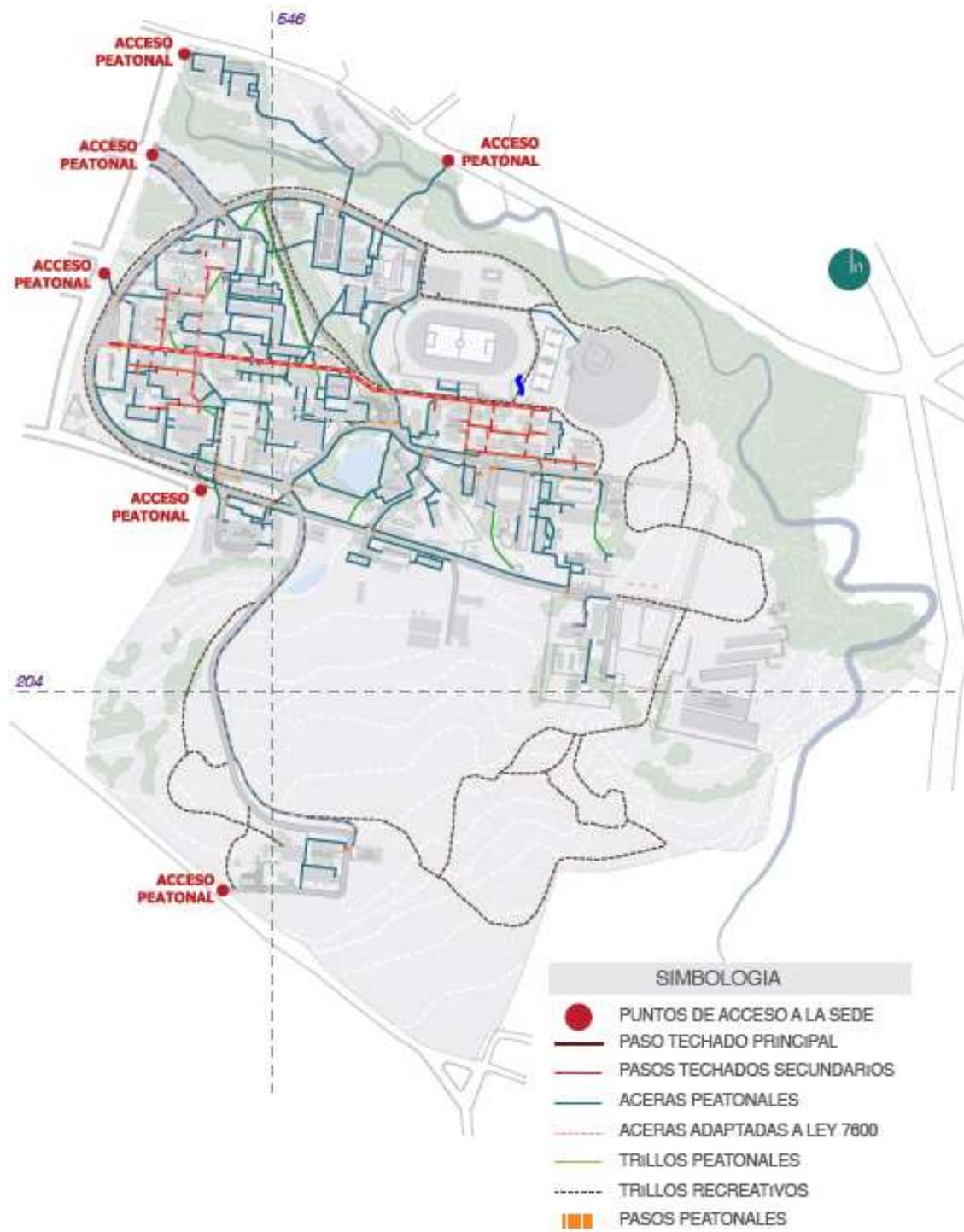


Figura 3. Condiciones de la movilidad Peatonal en el campus central del TEC.
Fuente (Oficina de Ingeniería, 2016a)

2.6.2 Movilidad por medio de bicicleta

En el 2014 la Municipalidad de Cartago construyó una ciclovía e implementó un Plan Piloto para el préstamo de bicicletas entre la población estudiantil de Cartago con financiamiento del gobierno holandés (Lara, 2015)

La ciclovía del proyecto “*Bici Publi Cartago*” llega hasta la entrada del TEC, donde también se cuenta con una estación de préstamo de bicicletas. Vale la pena comentar que el proyecto de préstamo de bicicletas funcionó en carácter de plan piloto en el 2014 y el 2015 y actualmente se abrió el sistema para el público general de la ciudad de Cartago.

Por su parte el TEC no ha extendido el ambicioso proyecto al campus a pesar de que la movilidad en bicicleta es una buena opción para la situación el TEC. Considerando que en los alrededores del campus vive un gran número de estudiantes y funcionarios, no hay incentivo ni infraestructura que favorezca el uso la bicicleta, la única adaptación estructural con la que se cuenta son algunos parqueos de bicicletas distribuidos en el campus, 19 contabilizados por la Oficina de Ingeniería (Figura 4).



Figura 4. Movilidad en Bicicleta en el campus central del TEC
Fuente (Oficina de Ingeniería, 2016a)

2.6.3 Movilidad privada

La institución cuenta con 3 accesos para vehículos, el primero ubicado en la entrada principal, el segundo en la escuela de ingeniería forestal y el tercero en la parte de atrás del edificio del CEQIATEC. Solamente el ubicado en la entrada principal es de acceso libre, los demás se encuentran restringidos para funcionarios y estudiantes por medio del carné.

La institución cuenta con 31 parqueos, que suman 1158 espacios para vehículos (Unidad de Seguridad y vigilancia, 2016). Sin embargo la cantidad de espacios utilizados para parqueo puede ser mayor, pues estos números no consideran los espacios a la orilla de las vías, ni dentro de las zonas verdes que son utilizados por los vehículos de manera ilegal.

El nuevo plan maestro, el cual está en condición de borrador, incluye la construcción de nuevos parqueos, dentro de los cuales se contempla un edificio de parqueos en la parte oeste del campus.

2.6.4 Movilidad por medio de Transporte Público

En la Figura 5 se muestran las rutas de los buses y su horario al 2017.

En total hay 15 buses por día que salen desde distintos puntos de la GAM hacia el TEC, de los cuales 9 salen desde San José centro. Vale la pena resaltar que en el 2017 se eliminó la ruta Escazú- Pavas TEC, la cual funcionó por un periodo del 2016.

Por otro lado, del TEC hacia la GAM salen 13 buses diarios, 11 de estos se dirigen a San José centro, pasando en su ruta por San Pedro. 6 de estos 13 buses tienen un horario comprendido entre 4:00 pm y 6:00 pm. Por un periodo del 2017 se contó con servicio desde Pérez Zeledón al TEC los domingos y del TEC a Pérez Zeledón los viernes, más hubo problemas con el proveedor del servicio y el servicio se dejó de ofrecer para el segundo semestre del 2017.

Las rutas de bus en operación actualmente se encuentran concesionadas a 3 diferentes empresas, Villalta y Corrales, Transportes Randall Umaña y Transportes Montero, las cuales tienen contratos diferentes con una duración de dos años. La FEITEC es el ente encargado de fiscalizar el adecuado cumplimiento de los contratos.

Cartago-TEC				
7:00 a.m.	9:00 a.m.	1:00 p.m.	5:15 p.m.	Sábado
7:10 a.m.	9:15 a.m.	1:50 p.m.	5:30 p.m.	7:15 p.m.
7:15 a.m.	10:00 a.m.	2:30 p.m.	5:45 p.m.	7:45 p.m.
7:20 a.m.	11:00 a.m.	3:25 p.m.	6:00 p.m.	7:40 a.m.
7:40 a.m.	11:30 a.m.	4:10 p.m.	6:15 p.m.	8:00 a.m.
7:50 a.m.	11:40 a.m.	4:45 p.m.	6:30 p.m.	11:45 a.m.
8:00 a.m.	12:50 p.m.	5:00 p.m.	6:45 p.m.	
TEC-Cartago				
8:30 a.m.	12:30 pm	4:40 p.m.	6:45 p.m.	Sábado
9:30 a.m.	1:10 p.m.	5:00 p.m.	7:00 p.m.	12:00 md
10:30 am	2:10 p.m.	5:15 p.m.	7:35 p.m.	12:40 pm
11:15 am	3:10 p.m.	5:30 p.m.	8:00 p.m.	4:00 p.m.
11:30 am	3:40 p.m.	6:00 p.m.	8:30 p.m.	4:40 p.m.
12: 00md	4:00 p.m.	6:15 p.m.	9:00 p.m.	
12:10 pm	4:30 p.m.	6:30 p.m.	9:30 p.m.	
San José-TEC		TEC-San José		
Salida: 250 mts sur de la CCSS frente a Pollera Manantial		Salida: Parada buses TEC Hasta costado noreste CCSS		
Por Zapote	6:10 a.m.			12:05 p.m
Por San Pedro	6:25 a.m.			1:05 p.m
				2:05 p.m
Salida: Frente al Hotel El Rey	12:50 p.m.			3:05 p.m
	1:50 p.m.			4:05 p.m
	2:50 p.m.			4:55 p.m
	3:50 p.m.			6:05 p.m
	4:50 p.m.			7:05 p.m
	5:50 p.m.			8:05 p.m
	6:50 p.m.			9:05 p.m
Desamparados-TEC		Tibás-TEC		
Salida: 50 m norte Colegio Nuestra Señora Desamparados		Salida: costado Oeste Parque de Tibás		
	6:10 a.m.			6:00 a.m.
Coronado-TEC		TEC-Coronado		
Costado sur Terminal La Mora frente Super Daniela				4:55 p.m.
		Guadalupe-TEC		
		Salida: Detrás de Iglesia Guadalupe		
				6:15 a.m.
		Pasa por San Pedro		
				6:30 a.m.
Alajuela-TEC		TEC-Alajuela		
Salida: Parque Juan Santamaría				5:15 p.m.
Heredía-TEC		TEC-Heredía		
Palí Santa Lucía				11:35 a.m.
Parque Las Embarazadas				

Figura 5. Rutas y horarios de los buses del TEC, actualizado en febrero 2017.
Fuente:(FEITEC, 2017)

28 buses salen diariamente desde Cartago hacia el TEC (2 viajes menos con respecto al 2017) y 28 buses desde el TEC hacia Cartago con un horario distribuido alrededor del día. Los buses tienen una mayor frecuencia en la mañana, entre 7:00 am y 8:00 pm y en la tarde, entre 4:00 pm y 6:00 pm.

Por otro lado, actualmente no hay ningún sistema de transporte que facilite una conexión con el tren, ni un sistema de transporte interno en el campus.

2.6.5 Problemas de salud comunes en la población del TEC vinculados con la movilidad

Según informes del área de nutrición de la clínica de Salud del TEC, en el 2014 el 38% de las consultas estuvieron relacionadas a sobrepeso y obesidad, por su parte en el 2015 esta patología se presentó en el 35% de las consultas (Rojas, 2016)

3 METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el estudio está basada en la “*Guía para desarrollar e implementar un Plan de Movilidad Sostenible*”, propuesta por Rupprecht Consult para la Unión Europea (2013) que permite estudios para ciudades. Debido a que los campus universitarios son comunidades con dinámicas complejas, similares a las de una ciudad (Balsas, 2003), se considera conveniente que para el campus central del Instituto Tecnológico de Costa se apliquen los mecanismos de planificación que se utilizan en ciudades. La guía contempla una combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas con una división del proceso en 4 fases, las cuales a su vez se dividen en 11 pasos (ver figura 6). Las fases del proceso son las siguientes:

- a. Buena preparación
- b. Establecimiento racional y transparente de metas
- c. Elaboración del Plan
- d. Implementación del Plan.

La presente investigación se enfoca en adaptaciones de la primera y segunda etapas. Las otras dos corresponden al accionar directo de los tomadores de decisión de la institución, pero en la Hoja de Ruta planteada en la sección de recomendaciones de este proyecto se listan los pasos y acciones pendientes y se dan recomendaciones para completar las últimas dos fases.

El proceso se inicia en la Fase 1, paso 3: *Analizar la Situación de la Movilidad y Desarrollo de Escenarios*, esto pues los pasos anteriores requieren involucramiento directo de las entidades de la institución, así como toma de decisiones y que éstas asuman compromiso. Para lograr el objetivo se desarrollaron cuatro actividades de recolección de datos descritas en la subsección *Recolección de Datos* (sección 3.2).

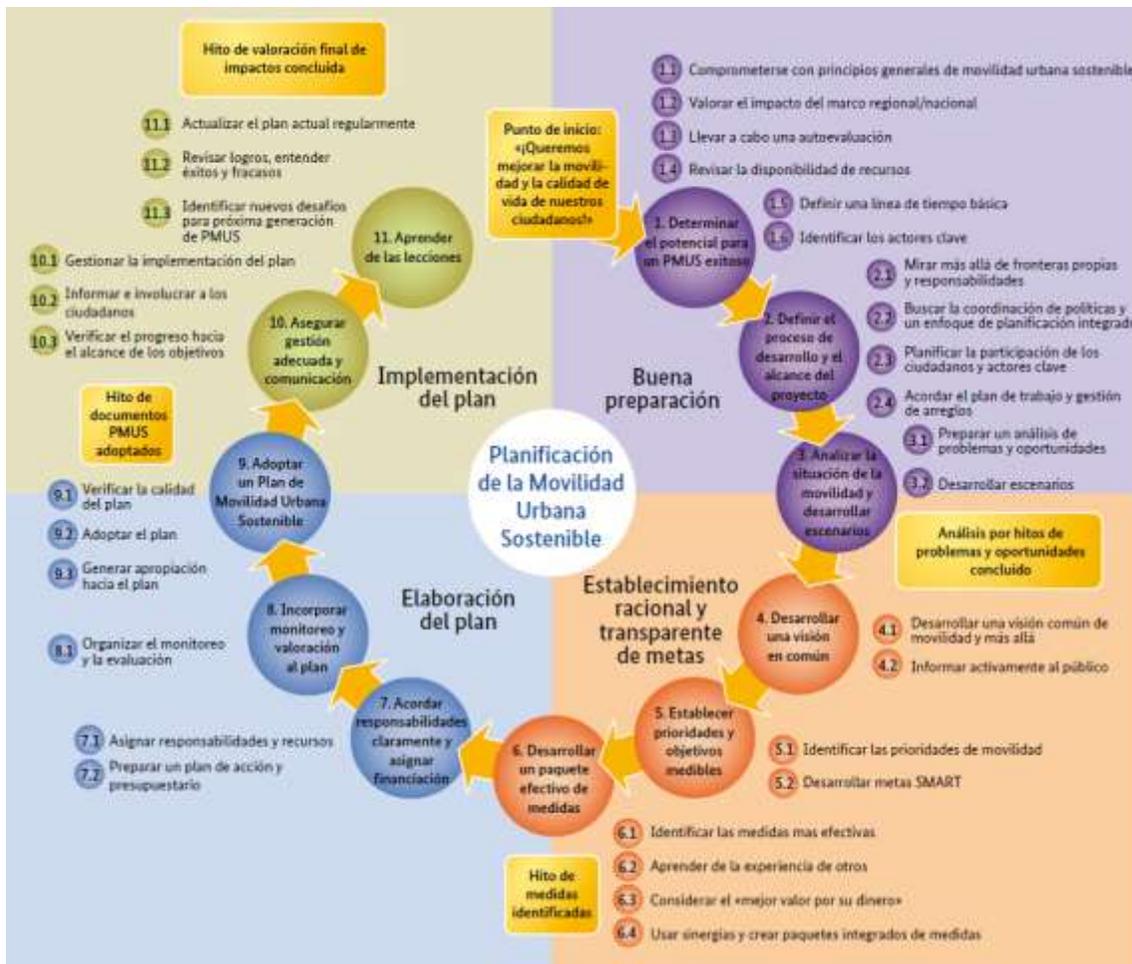
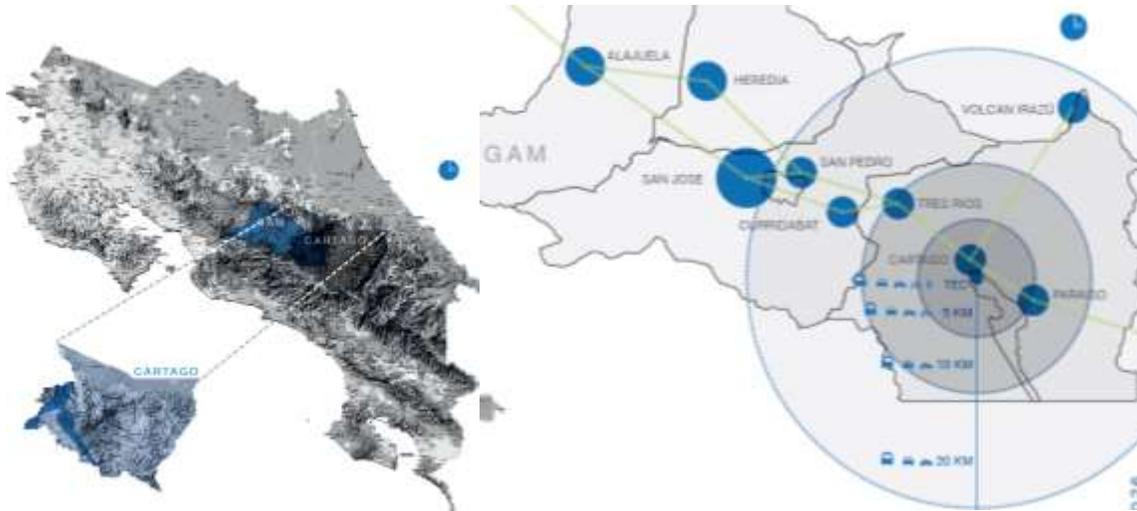


Figura 6. Ciclo de planificación para un Plan de Movilidad Sostenible
Fuente: (Rupprecht Consult, 2013)

3.1 SITIO DE ESTUDIO

El estudio se realiza en el campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica, latitud 9.855908, longitud -83.911514, ubicado en la provincia de Cartago, cantón Central, en los distritos Dulce Nombre y Oriental (Figura 7). Cartago se ubica 24 kilómetros al sureste de San José, a una altitud de 1,435 metros sobre el nivel del mar y con un clima tropical húmedo con características templadas, además, las lluvias se caracterizan por ser moderadas y las temperaturas frescas, la mayor parte del año varían entre 15 y 26 grados Celsius (TEC, 2017). Además, el campus se encuentra inmerso en una zona de mayoría de uso residencial (Oficina de Ingeniería, 2016a).



**Figura 7. Ubicación geográfica del campus central del TEC.
Fuente: (Oficina de Ingeniería, 2016a)**

Los terrenos de la sede central abarcan un total de 90 000 metros cuadrados. En la mayoría del territorio la topografía es bastante regular, mas se observan pendientes moderadas hacia el sector sur. La institución puede ser accesada mediante el uso de vehículo particular, autobuses propios de la institución, en bicicleta por medio de la ciclovía que conecta con el acceso principal o caminando (Oficina de Ingeniería, 2016a).

En el campus se imparten 20 carreras, por tanto se deben atender las necesidades académicas, de alimentación, de movilización, de salud y recreativas de los 7646 estudiantes, 65% hombres y 34% mujeres, inscritos en los programas que ofrece el TEC (Departamento de Admisión y Registro, 2017), además de las necesidades de los 1463 funcionarios que laboran en la institución (Espinoza, 2017) y de las de los visitantes no contabilizados que asistentan al campus por motivos principalmente recreativos.

3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS

La obtención de datos se realizó mediante: aforos, o conteos, de personas, ciclistas y vehículos, conteo de la ocupación de parqueos, realización de encuestas y recolección de datos de manera participativa (Figura 8):



Figura 8. Esquema de obtención de datos seguido en la realización del presente proyecto.

3.2.1 Aforos

Se realizaron aforos o conteos, con el fin de medir la cantidad de tránsito peatonal, en bicicleta, en transporte público y vehicular que circula diariamente por la institución. Se siguió la metodología del ITDP para el Conteo de Ciclistas del 2013 de la Ciudad de México (2014a), extrapolarlo la metodología bajo los mismos principios para peatones, transporte público y vehículos privados.

Se identificaron 6 accesos a la institución, los cuales se encuentran numerados en la Figura 9:

1. Entrada Gimnasio
2. Entrada Principal
3. Entrada Parada de Buses
4. Portón detrás del CEQIATEC
5. Portón Escuela de Materiales/Producción Industrial (en adelante Portón Producción Industrial)
6. Entrada Escuela de Ingeniería Forestal

En el momento del aforo, el acceso identificado con el número 4, correspondía a un portón que solamente se abría para permitir la entrada de vehículos con personas que se identificaran con carné del TEC entre las 7 am y las 8 am, posteriormente se cerraba. Sin embargo en el I semestre del 2017 se decidió abrir como una entrada para vehículos regular para personas con carné institucional, es decir, se mantiene abierta de manera regular.



Figura 9. Accesos identificados del campus central del TEC
Fuente del mapa: (Oficina de Ingeniería, 2016a)

Por medio de observación directa se realizó un conteo manual de la entrada y la salida de peatones, ciclistas, personas en autos, en moto, de la cantidad de camiones de carga, de autobuses y de taxis en los accesos identificados. Se tuvo presencia en la mayoría de los puntos desde las 7 am hasta las 6 pm. Esto se logró con el apoyo de más de 70 estudiantes voluntarios. Se diseñaron tres hojas de registro las cuales se pueden encontrar en el Anexo 1,

una específica para vehículos, una para peatones y ciclistas y la tercera es una combinación de ambas utilizada únicamente en la entrada de la Escuela de Ingeniería Forestal.

Se seleccionaron dos semanas del segundo semestre del 2016 con el fin de contabilizar tanto el flujo de personas pico, como un flujo regular. Así, se seleccionó la semana 3 (desde el lunes 8 de agosto hasta el viernes 12 de agosto y martes 23 de agosto) y la semana 13 (desde el martes 18 de Octubre hasta el viernes 21 de Octubre).



Figura 10. Voluntarios trabajando en aforo en la entrada principal del TEC

El martes 9 de agosto, correspondiente a la semana 3, ocurrió una huelga nacional de taxistas, lo cual provocó que muchas clases se cancelaran y que por tanto el flujo de personas hacia la institución se alterara. Así, se realizó un aforo de reposición el día martes 23 de agosto con el fin de tener datos fiables. En el aforo realizado en semana 3 se registró el movimiento de personas y vehículos de manera horaria.

El aforo correspondiente a la semana 13 se realizó del martes 18 de Octubre al viernes 21 de Octubre, es decir, no se obtuvieron datos del día lunes 17 de Octubre. Esto por dificultades logísticas con los voluntarios. El número de voluntarios durante el segundo conteo fue menor al del primero, por tanto, no se pudo registrar de manera continua el flujo en todos los sitios, así que se realizó una priorización de puntos de conteo bajo el criterio de tener contabilizado

la mayor cantidad de tiempo continuo los sitios con mayor flujo de personas. En el cuadro 1 se observa las horas que fueron registradas en cada una de las entradas para el conteo de Semana 3 y el de Semana 13. Además, en este segundo conteo se registró un dato cada 20 minutos con el fin de poder tener mayor resolución de los movimientos de personas.

En la cuadro 2 se muestran las principales observaciones climatológicas de los días en los que se realizaron los aforos. En la cuadro 3, por su parte, se describen a detalle las consideraciones que se tomaron para el registro de cada uno de los parámetros contabilizados, así como suposiciones, sitios de muestreo y fuentes de posible error identificados.

Cuadro 1. Horas registradas de acuerdo a los accesos en los aforos realizados

Entrada/ Hora	Semana 3										Semana 13																			
	Principal		Portón Producción Industrial			Gimnasio			Parada de buses		Escuela Forestal		Principal		Portón Producción Industrial			Gimnasio		Parada de buses		Escuela Forestal								
	L	M	K	J	V	L	M	K	J	V	L	M	K	J	V	L	M	K	J	V	L	M	K	J	V	L	M	K	J	V
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														

*Para efectos del análisis de los conteos, la información de peatones y ciclistas correspondiente a la entrada denominada “Portón detrás CEQIATEC” se incluyó en la entrada Portón Producción Industrial y la de los vehículos dentro de la entrada Principal.

Cuadro 2. Observaciones climatológicas y otras relevantes de los días aforados

Día	Semana 3	Semana 13
Lunes	Día soleado	No se registró información este día
Martes	Día soleado	Mañana soleada, tarde fría y lluviosa
Miércoles	Mañana con lluvia, tarde soleada	Día frío con lluvias esporádicas
Jueves	Día frío y lluvioso	Día soleado. Se registraron excursiones de colegios.
Viernes	Mañana templada, tarde fría	Mañana soleada, tarde fría y lluviosa

Cuadro 3. Detalle de las consideraciones tomadas en los conteos

	Peatones	Ciclistas	Vehículos privados	Motos	Taxis	Buses	Vehículos de carga
¿Qué se contabilizó?	Número de personas caminado	Número de personas con bicicleta	-Número de vehículos -Ocupación de cada vehículo	Número de motos	Número de taxis legales (rojos)	Número de autobuses y busetas	Número de camiones
Consideraciones	-Toda persona que camina se considera peatón. -Bebés alzados no se contabilizaron. -Personas con patineta se contabilizaron como peatones	-Toda persona que se movilice con una bicicleta cuenta como ciclista sin importar si va montando en ella o junto a ella caminando.	-Patrulla del TEC no se contabilizó	-Se asume que las motos tiene una ocupación de 1 persona -Las motos de los oficiales de seguridad no se contabilizan	-Se asume que los taxis tienen una ocupación de 2 personas en la entrada y de 1 en la salida. -Taxis “piratas” se contabilizaron como vehículos privados	-El número promedio de personas por autobús se obtuvo de los autobuseros. -No fue posible obtener la ocupación de las busetas	-Todos los camiones, sin importar su tamaño se contabilizaron en esta categoría -No se contabilizó ocupación
¿Dónde?	-Todos los puntos	-Todos los puntos	-Entrada Principal -Forestal -Atrás del CEQUATEC	-Entrada Principal -Forestal -Atrás del CEQUATEC	-Entrada Principal	-Entrada Principal -Forestal	-Entrada Principal
Posibles fuentes de error	-Error de conteo humano	-Error de conteo humano	-Error de conteo humano -Ocupación del vehículo errónea ocasionada por lejanía	-Error de conteo humano	-Error de conteo humano -Confusión con taxis ilegales y legales	-Error de conteo humano -Contabilizar las busetas como vehículos	-Error de conteo humano -Clasificación errónea de camiones de carga pequeños considerándolos vehículos

3.2.1.1 Consideraciones metodológicas del análisis de los datos de los aforos

Como se muestra en el cuadro 2, la semana 3, con excepción del acceso localizado en la Escuela de Ingeniería Forestal, tuvo un registro continuo hora con hora. Por su parte, el registro durante la semana 13 tuvo mayores discontinuidades en la medición. Por tanto, se seleccionó la semana 3 como modelo para representar el comportamiento de la movilización en el campus, ya que cuenta con un perfil completo del movimiento de las personas en casi todas las entradas, además presenta el mayor flujo y el mismo patrón de movilización que el de la otra semana registrada. La semana 13, por su parte se utilizó para corroborar picos y analizar el cambio de flujo conforme avanza el semestre.

Se encontró una coincidencia de 36 horas en las cuales se midió la totalidad de los movimientos de personas en todas las entradas del campus en las dos semanas monitoreadas. Se utilizaron estas horas para determinar la variación del flujo total de personas entre una semana y la otra. En el 63% de los casos la semana 3 presentó flujos de movilización (entradas y salidas juntas) ligeramente más altos. Las diferencias más altas se presentan en la hora comprendida entre las 7 am y las 8 am. Además, comparando los patrones de movilización de días específicos y de entradas específicas se determinó que el patrón de movilización es equivalente, es decir, aunque la magnitud sea diferente tienen las mismas horas picos y horas valle (ver figura 11)

Es de importancia aclarar que la información registrada en los aforos se representa, por fines prácticos, mediante gráficos con puntos unidos por líneas, aunque la información con la que se cuenta es solamente el acumulado de movilizaciones por hora (ver figura 11). Por tanto, no es correcto obtener conclusiones respecto a la cantidad de movilizaciones entre dos puntos utilizando las líneas de tendencia. Se eligió esta manera de representar la información con el fin de visualizar el flujo continuo de personas en el campus.

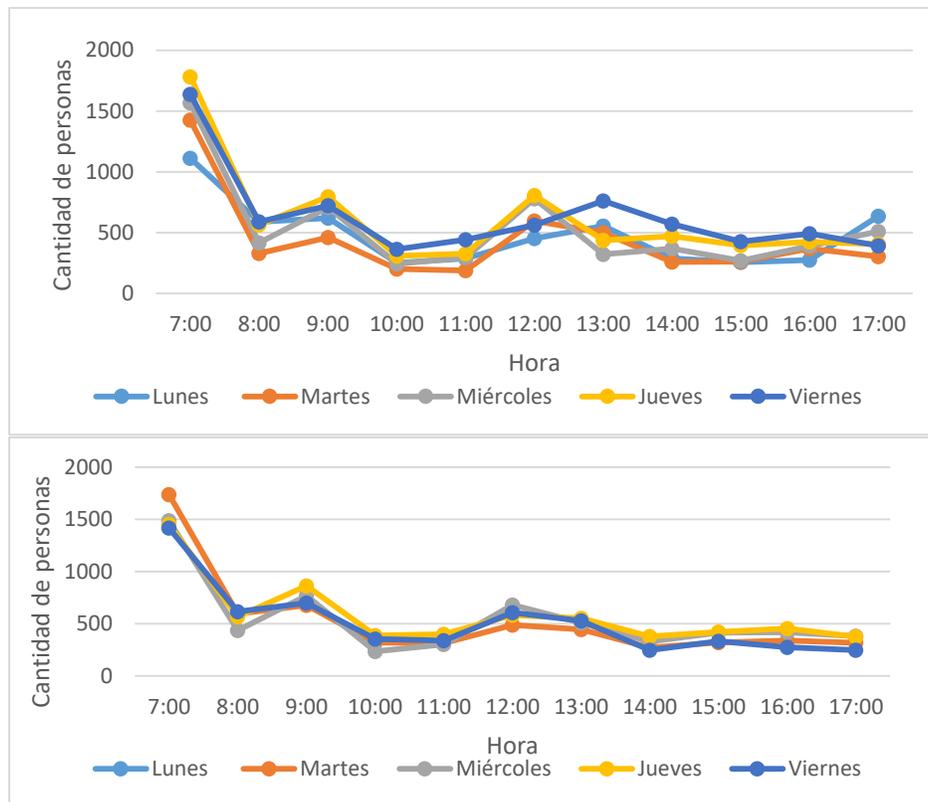


Figura 11. Flujo de las entradas de personas por el acceso principal en la semana 3 (imagen superior) y la semana 13 (imagen inferior) del 2016.

Como se mencionó anteriormente, el único acceso del que no se tuvo registro regular de información en la semana 3 es el acceso localizado en la Escuela de Ingeniería Forestal. Esta es la entrada menos utilizada de la institución y la más alejada del principal centro funcional. El viernes de semana 3 es el único día en el que se logró registrar un día completo de mediciones en este acceso. Por tanto, se tomó la decisión de considerar las mediciones del viernes como las mediciones correspondientes al acceso de la Escuela de Ingeniería Forestal para todos los días de la semana, esto con el fin de mantener constancia en las mediciones de los movimientos de todo el campus.

Con la información recolectada se realizaron dos análisis principales: análisis de flujo de personas por entrada de manera horaria y análisis de flujo de vehículos por entrada de manera horaria. A continuación se describirán las principales consideraciones que se tomaron en cada uno de estos.

- *Análisis de flujo de personas por entrada de manera horaria:*

Este análisis considera el movimiento de personas, tanto las que se movilizan caminando, como en bicicleta o las que utilizan algún tipo de vehículo. Este enfoque pone a la persona en el centro del análisis y no a los vehículos, generan datos para planificar según las necesidades y patrones de movilización de las personas y no de los vehículos que las mueven. En el cuadro 4 se describen las consideraciones específicas que se tomaron para calcular el flujo total de personas.

Cuadro 4. Consideraciones tomadas en el análisis del flujo de personas según el modo de movilización registrado.

Tipos de registro	Consideraciones tomadas en el análisis	Observaciones
Peatones	1 peatón registrado corresponde a 1 persona	
Ciclistas	1 ciclista registrado corresponde a 1 persona	
Vehículos privados	Cantidad de personas que iban en cada uno de los vehículos registrados	En los aforos se registró la ocupación de cada uno de los vehículos que entraron o salieron
Vehículos de carga	1 personas entra en el vehículo y sale con 1 persona	Este dato no se registró en los conteos, de manera tal que se asumió la ocupación descrita. Por su función, estos vehículos tienen un corto tiempo de permanencia en la institución, además, no son el foco del presente trabajo. Por tanto, esta consideración es necesaria para mantener consistencia en el flujo de personas y no afecta el foco del estudio.
Buses	Se tomó la información de las rutas de buses planificadas (Figura 5). Se categorizaron las rutas de buses que entran y salen del TEC en dos tipos: Cartago y Otros (todas las demás rutas). Además, se asumió que los buses que viajaron hacia el TEC llegaron a la institución en los siguientes momentos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cartago: los buses llegan en la misma hora en la que salen ➤ Otros: los buses llegan 1 hora después de que salen Con respecto a la ocupación, se promedió por hora el dato brindado por los operarios o dueños de las empresas de buses.	Para este análisis no se consideraron los buses contados pues el dato registrado mezclaba tanto autobuses como busetas pequeñas, además, no se registró el sentido en el que estos vehículos iban llenos y el sentido en el que salían de la institución vacíos, por tanto la información registrada en los conteos no refleja la cantidad de personas que se movilizaron en transporte público colectivo. <p>Para las rutas hacia y desde Cartago la información de ocupación se obtuvo de Arnoldo Leiva, dueño de la empresa que brinda el servicio, Transportes Leiva Cordero.</p> En el caso de la información de ocupación de las otras rutas se hizo una recolección individual de información por empresa y luego se promedió. Vale la pena aclarar que la

Tipos de registro	Consideraciones tomadas en el análisis	Observaciones
	En el cuadro 5 se describen la ocupación y la cantidad de buses por hora considerados para el análisis según sentido.	información brindada correspondió a aproximados pues ninguna empresa tenía registros claros de la cantidad de pasajeros que movilizaba. Para las rutas Alajuela y Coronado la información se obtuvo de Randall Umaña, para la ruta Heredia de William Montero. Las rutas San José, Desamparados, Tibás y Guadalupe están asignadas al empresario Jorge Villalta, se intentó conversar con él en repetidas ocasiones, más no se logró obtener información, por tanto, la información se obtuvo del chofer de bus José Manuel Serrano Coto.
Motos	1 moto registrado corresponde a 1 persona	En algunos casos las motos se movilizaron con dos personas, pero por efectos de practicidad en el análisis se consideró un escenario en el cual las motos entraban y salían con 1 persona.
Taxis	Entran con 2 personas y salen con 1 persona	Para efectos de practicidad en el análisis se consideró que los taxis entraban a la institución a dejar a un 1 cliente y salían vacíos después de realizar el servicio pues no se registró la información de la ocupación de los taxis.

Cuadro 5. Cantidad de buses por hora y ocupación según tipo de ruta utilizada en el análisis de flujo de personas.

Hora	Entrada al TEC				Salida del TEC			
	Cartago		Otras rutas		Cartago		Otras rutas	
	Número de buses	Ocupación (personas/bus)						
7:00	6	45	8	60	0	-	-	-
8:00	1	15	0	-	1	5	0	-
9:00	2	42	0	-	1	25	0	-
10:00	1	10	0	-	1	10	0	-
11:00	3	15	0	-	2	20	1	30
12:00	1	45	0	-	3	20	1	30
13:00	2	15	0	-	1	15	1	30
14:00	1	20	1	30	1	15	1	30
15:00	1	15	1	30	2	42	1	65
16:00	2	15	1	30	3	34	3	65
17:00	4	15	1	30	5	20	1	65

- *Análisis de flujo de vehículos por entrada de manera horaria:*

Este análisis considera el movimiento de todos los vehículos que circulan por la institución: vehículos privados, vehículos de carga, buses (incluyendo busetas), motos y taxis. Para el momento del análisis la institución contaba solamente con dos accesos continuos para vehículos (Entrada Principal y Escuela de Ingeniería Forestal) y uno que se habilitaba durante una hora en la mañana (Portón detrás de CEQIATEC).

La información correspondiente al Portón detrás de CEQIATEC se sumó a los datos recolectados en la entrada principal por motivos de simplicidad en el análisis. Este acceso solo generaba una hora de datos por día en un solo sentido (solo se permite la entrada) con una baja utilización comparada con la entrada principal (alrededor de una sexta parte del flujo de vehículos privados de la entrada principal). Además, se encuentra cerca de la entrada principal, por tanto la reubicación de este flujo no altera las dimensiones ni el panorama del flujo general de vehículos en el campus.

Este análisis es importante para dimensionar la cantidad de vehículos para los que actualmente la institución debe proveer infraestructura y servicios, así como para analizar los efectos que estas movilizaciones tienen tanto en el ambiente como en la salud humana e inclusive repercusiones sociales. Además sienta una línea base para la medición del avance y del impacto de futuras acciones que pretendan disminuir la movilidad motorizada hacia y en el campus central del TEC.

En el cuadro 6 se describen las consideraciones específicas que se tomaron para calcular el flujo total de vehículos.

Cuadro 6. Consideraciones tomadas en el análisis del flujo de personas según el modo de movilización registrado.

Consideraciones tomadas en el análisis de vehículos	Tipos de registro
No se consideraron	Peatones Ciclistas
Se utilizó la cantidad registrada de manera horaria	Vehículos privados Vehículos de carga Buses Motos Taxis

3.2.2 Encuesta de Movilidad y Transporte

Se diseñó una encuesta con preguntas abiertas y cerradas para funcionarios y estudiantes de la sede central de Instituto Tecnológico de Costa Rica la cual se encuentra en el anexo 4. Esta está basada en Encuesta de Movilidad de la Universidad Tecnológica de Eindhoven, Holanda circulada entre sus estudiantes y funcionarios a inicios del 2016.

La encuesta considera preguntas sobre: la manera en la que los estudiantes y funcionarios se movilizan para llegar al TEC, los motivos de la selección del transporte usual, el modo y modos de moverse dentro del campus. La encuesta posee 47 preguntas organizadas en 10 secciones: información general, viajando hacia y desde el TEC, motivos de la selección del transporte, utilización de vehículo, carro compartido (carpooling), bicicletas, buses, moviéndose en tren, movilización dentro del campus y una sección llamada “para finalizar” la cual incluye preguntas para conocer la percepción individual de los diferentes modos de transporte.

Como parte del proceso de construcción de la encuesta se realizó un grupo focal el 4 y 5 de octubre del 2016, en el cual participaron 12 estudiantes del campus central del TEC y 1 funcionario. La encuesta se ajustó con las recomendaciones del grupo focal respecto a claridad, efectividad y longitud. Se tomó la decisión de llamarla “Sondeo de Movilidad y Transporte” posterior al análisis de la herramienta del grupo focal pues la mayoría de los participantes consideraron que la palabra sondeo genera menos aversión que la palabra encuesta, también se calculó que el tiempo de llenado es entre 10 y 15 minutos. Por último,

se determinó que por facilidades de acceso y alcance, el mejor método para aplicar la encuesta a la población del campus correspondía a medios digitales.

Además, se diseñó un sistema de muestreo aleatorio simple considerando una población de 7105 estudiantes matriculados en el segundo semestre del 2016 en la sede central (Departamento de Admisión y Registro, 2016) y de 1463 funcionarios (Espinoza, 2017). Como se conoce el tamaño total de la población, se determina el tamaño de la muestra, con un 95% de confianza, mediante la siguiente fórmula (Do Nascimento & Magalhaes, 2003):

$$n_{MAS} = \frac{V_x^2}{\frac{k_r^2}{1,96^2} + \frac{1}{N} V_x^2}$$

Dónde:

- n_{MAS} : tamaño de la muestra requerida.
- V_x : varianza relativa poblacional
- k_r : error relativo máximo aceptable
- N : tamaño de la población

Se consideró 5% como máximo error relativo y una varianza relativa poblacional de 50%. Vale la pena aclarar que este último dato se desconoce, pero al elegir una varianza relativa poblacional de 50% se pretende tener en cuenta un factor de seguridad en el tamaño de la muestra, de tal manera que se anticipe una posible heterogeneidad en los datos (Do Nascimento & Magalhaes, 2003). Así se obtuvo un tamaño de muestra de 365 estudiantes y 305 funcionarios.

La encuesta se montó en un formulario de Google y se difundió por medios digitales entre el 26 de Octubre y el 20 de Noviembre del 2016. Se contó con el apoyo de la Unidad Institucional de Gestión Ambiental, la Oficina de Comunicación y Mercadeo, la FEITEC, las asociaciones estudiantiles, así como el de muchos estudiantes y funcionarios. El resultado tuvo una amplia cobertura y la recepción de 1465 respuestas, que corresponden a 1099 estudiantes y 366 funcionarios, superando el tamaño de muestra calculado.

Cuadro 7. Resumen de los datos de muestreo de la encuesta con un 95% de confianza

Grupo	Tamaño de muestra calculado con un 95% de confianza	Respuestas obtenidas
Estudiantes	365	1099
Funcionarios	305	366
Total	670	1465

3.2.2.1 Consideraciones metodológicas del análisis de los datos de las encuestas

Se excluyeron 23 respuestas del análisis por falta de información o falta de coherencia en los datos suministrados, de tal manera que se obtuvieron 1442 respuestas válidas, 1081 correspondientes a estudiantes y 361 a funcionarios.

El análisis de la información resultante se clasificó de acuerdo a las 10 secciones en las que se estructuró la encuesta. En la encuesta ninguna respuesta solicitada se clasificó como obligatoria, razón por la cual el número total de respuestas válidas puede variar entre preguntas. En el cuadro 8 se describe el tratamiento dado a la información recolectada.

Cuadro 8. Descripción de las variables analizadas obtenidas de la encuesta de movilidad 2016

Nombre de Sección	VARIABLES ANALIZADAS
1. General	<ul style="list-style-type: none">• Género: pregunta cerrada por lo que no se hicieron correcciones• Relación con el TEC: pregunta cerrada por lo que no se hicieron correcciones• Edad : pregunta cerrada por lo que no se hicieron correcciones• Provincia de origen de los viajes: en los casos en los que se dejó en blanco se completó con la información del cantón. Para los casos en los que no se incluyó ninguna información con respecto a la procedencia se procedió a eliminar el dato del análisis de la encuesta• Cantón de origen de los viajes: en los casos en los que se dejó en blanco se completó con base en la información de la provincia y se asumió que el viaje se originaba en el cantón central de la provincia• Distrito de Origen de los viajes: en los casos en los que se dejó en blanco se completó con base en la información de la provincia o cantón y se asumió que el viaje se originaba en el distrito central. Además, se corrigió la información manualmente en los casos en los que se aportaba un barrio o un punto de referencia que no correspondía al distrito propiamente

	<ul style="list-style-type: none"> • Edificios más frecuentados: Las personas que dijeron que iban a todos los edificios por igual no se tomaron en cuenta para este análisis. Se construyeron bloques de usos funcionales con los edificios indicados en las respuestas, esto con el fin de ordenar la información de una manera que fuera más simple para analizar. En total, la totalidad de los edificios del TEC se agruparon en 51 grupos funcionales y edificios solos, los cuales por su localización o uso no convenía que fueran agrupados con los otros.
--	--

2. Viajando al TEC	<ul style="list-style-type: none"> • Hora que sale de su casa cada uno de los días entre semana para llegar al TEC: en los casos en los que se dejó en blanco el espacio de alguna respuesta se consideró que no asistían al TEC ese día • Hora que deja el TEC cada uno de los días entre semana • Medio utilizado para transportarse la distancia más larga: las personas que utilizaban la opción de otro para dar una respuesta en la que combinaban modos de movilización se tomó la decisión de elegir el primer modo descrito como prioritario y eliminar los demás
--------------------	---

3. Motivos de selección	<p>Se analizaron las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consideraciones que determinan selección de modo de transporte: en los casos en los que las personas respondieron con la opción de “otro” se revisó la información caso por caso y se categorizó dentro de las opciones dadas, además se agregó la categoría “seguridad” como un motivo extra que determina la selección de modo de transporte y se eliminó las respuestas en otros que redundaban o explicaban la selección hecha con las otras opciones • Satisfacción con el modo de movilización actual • Modos de movilización que le gustaría utilizar: las personas tenían la posibilidad de seleccionar más de 1 opción, todos los aportes fueron considerados • Motivos de no utilización de modo alternativo: Se analizaron de manera individual los aportes brindados bajo la categoría “otro” y se categorizaron de ser posible dentro de las opciones dadas. Se añadieron 4 opciones de respuesta para agrupar todos los aportes dados: “No se cuenta con bicicleta” (no se tiene bici del todo o está en malas condiciones) “Falta de infraestructura” (incluye infraestructura para aseo y para movilización en bicicleta), “No se cuenta con vehículo” (no se cuenta con moto, con carro, o no se cuenta con licencia) y “Necesidad de trasladar familiares”.
-------------------------	---

4. Vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de utilización del vehículo • Tiempo que tarda encontrando parqueo
-------------	--

<ul style="list-style-type: none"> • Parqueo más utilizado: se consideró solamente la primera opción anotada y se categorizaron los parqueos de acuerdo con zonas en las que se ubican los parqueos. • Grado de satisfacción con los parqueos de la institución • Motivo de insatisfacción con los parqueos: se consideró solamente la primera opción anotada y se categorizaron los parqueos de acuerdo con zonas en las que se ubican los parqueos. • Percepción de la funcionalidad de las agujas en los parqueos • Motivo de insatisfacción con las agujas de los parqueos: se consideró solamente la primera opción anotada y se categorizaron los parqueos de acuerdo con zonas en las que se ubican los parqueos. 	
---	--

5. Carpooling	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición a utilizar un sistema de Carpooling institucional: cerrada por lo que no se hicieron correcciones
---------------	---

6. Bicicletas	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición a utilizar un sistema de bicis compartidas institucional • Utilización de los parqueos de bicicleta • Sitio en el que parquea con más frecuencia la bicicleta • Satisfacción de con los parqueos para bicicleta del campus • Motivos de la insatisfacción con los parqueos para bicicleta del campus • Sitios en los que se considera que falta un parqueo para bicicletas • Acceso a la institución que más utiliza cuando se moviliza en bicicleta
---------------	--

7. Bus	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de servicio de bus que utiliza para llegar al TEC • Ruta de bus más frecuentada de los servicios propios del TEC: Esta pregunta se realizó de manera abierta, de manera tal que se agruparon las rutas declaradas en las rutas de los servicios que da el TEC • Consideración sobre falta de rutas de buses • Nuevas rutas de buses que considera necesarias: solo se consideraron destinos puntuales y se agruparon en zonas de manera tal que facilitara el análisis de la información • Consideración sobre falta de horarios • Horarios en los que falta servicio de autobuses: solo se consideraron respuestas con sugerencias de horario puntuales
--------	--

8. Tren	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización del tren • Utilidad de una posible conexión entre el TEC y el tren
---------	---

9. Movilización dentro del campus	<ul style="list-style-type: none"> • Modo de movilización más común dentro del campus • Motivos de la selección de este modo • Satisfacción con la infraestructura peatonal dentro del campus • Motivos de la insatisfacción de la infraestructura peatonal dentro del campus
-----------------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Consideración de utilidad de un transporte interno dentro del campus • Tipos de transporte interno que se consideran podrían ser convenientes para el campus
10. Finalizar	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidad de que maneje en el próximo año • Incentivos que lo harían considerar viajar de una manera más sostenible • Percepción personal sobre la movilización

3.2.3 Recolección participativa de información

Parte esencial de todo proceso de construcción de soluciones relacionadas con movilidad y transporte es la participación pública efectiva, la cual se define como el derecho que tienen los actores sociales, tanto colectivos como individuales, de involucrarse activamente, de modo informado, y de ver reflejadas sus preocupaciones y necesidades en el proceso de toma de decisiones públicas. (Centro de Colaboración Cívica, 2014).

Por tanto, con el fin de involucrar a los usuarios del sistema de transporte en el proceso de mejora de la movilidad de la institución y tener así un resultado que realmente obedezcan a las demandas, carencias y expectativas de los distintos grupos, se realizó un proceso participativo de recolección de ideas para mejorar la movilidad no motorizada dentro del campus del TEC (peatonal y ciclista). A pesar de que no era el enfoque, también se recibieron aportes relacionados a movilidad motorizada. La actividad se planificó para que coincidiera con el Día Mundial Sin Carro, así que el 22 de setiembre del 2016 desde las 10 am hasta las 4 pm se tuvo presencia en la entrada del comedor institucional. Se seleccionó este sitio pues es uno de los principales puntos de encuentro tanto de estudiantes como de funcionarios, por tanto es un punto accesible y de alto flujo de personas. Se invitó a las personas que pasaban a hacer sus aportes para mejorar la movilidad del TEC directamente en dos mapas de la institución impresos en formato (ver figura 12).

La actividad logró atraer el interés de una gran cantidad de personas que transitaba por el sitio, generando 69 aportes puntuales y además fue generadora de discusión y crítica entre las personas que participaron y las que solo observaron.



Figura 12. Fotografías del desarrollo de la actividad participativa relacionada con movilidad relacionada en el campus central del TEC

3.2.3.1 Consideraciones metodológicas del análisis de los datos de la actividad participativa

Los 69 aportes recolectados se digitalizaron y se categorizaron en tres tipos: aportes relativos a peatones, aportes relativos a ciclistas y otros aportes. A su vez, estos fueron agrupados en subcategorías de manera tal que se lograron obtener ideas y propuestas que los estudiantes y funcionarios, que participaron en la actividad, consideraron relevantes para mejorar la movilidad del campus.

3.2.4 Ocupación de parqueos y observación de infraestructura

Como parte del proceso de recolección de datos el día 21 de Febrero del 2017, martes de semana 3 del primer semestre, se realizó una visita al campus en la cual, mediante la observación (Ver Figura 13) se recolectó la siguiente información:

1. Parqueos de vehículos: ocupación de parqueos legales y conteo de espacios ocupados de manera ilegal.

2. Parqueos de bicicleta: ocupación de los parqueos disponibles y cantidad de bicicletas mal parqueadas
3. Estado de la infraestructura relativa a paradas de buses
4. Estado de la infraestructura y facilidades para peatones



Figura 13. Situaciones relacionadas con ocupación de parqueos y otros observadas en la visita de campo.

La fecha se eligió de manera tal que correspondiera temporalmente con la semana del primer aforo, realizado la semana 3 del segundo semestre 2016 y esta observación durante el primer semestre del 2017. El objetivo fue lograr captar las condiciones de uso pico de la infraestructura. Se registró la información de cada parqueo una vez entre las 9 am y las 3 pm.

3.2.4.1 Consideraciones Metodológicas del análisis de los datos de la observación de ocupación de parqueos y de infraestructura

La información recolectada relativa a parqueos se analizó comparando la cantidad de espacios ocupados con los espacios totales disponibles en todo el parqueo, tanto de bicicleta como de vehículo privado, con el fin de obtener la ocupación del parqueo o el grado de uso. Además se identificaron los puntos en los que se presenta una mayor incidencia de vehículos mal estacionados.

Por otro lado, se definieron una serie de criterios con el fin de evaluar la calidad de los accesos y de la infraestructura relacionada con la movilización de personas de la institución. Se tomaron en cuenta aspectos de capacidad de movilización relacionados con modos no motorizados, seguridad, accesibilidad entre otros. En el cuadro 9 se describen los criterios de evaluación de las entradas.

Cuadro 9. Definición de criterios para evaluar las condiciones de las entradas al campus central del TEC.

Criterio	Categorización					
	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Otra clasificación
Acceso peatonal	Aceras amplias y continuas	Aceras existentes pero angostas	Aceras existentes pero discontinuas	Aceras existentes, pero angostas, discontinuas y generación de espacios peligrosos de encuentro con vehículos	Inexistencia de aceras y generación de espacios peligrosos de encuentro con vehículos	-
Acceso en bicicleta	Ciclovía segura que separa del tránsito de peatones y vehículos	Vía compartida establecida entre vehículos y ciclistas	La infraestructura existente permite la movilización continua de bicicletas	La infraestructura produce que la movilización en bicicleta sea discontinua y compartida con peatones	La infraestructura produce que la movilización en bicicleta sea discontinua y además genera espacios peligrosos de encuentro con vehículos	-
Acceso vehículo	Vía continua con acceso de entrada y salida sin generación de congestión importante en horas pico	Vía continua con acceso de entrada y salida, pero con generación de congestión importante en horas pico	Vía continúa con solo un sentido de acceso.	Infraestructura existente pero discontinua	No hay infraestructura para el movimiento de vehículos pero se presenta la movilización de éstos poniendo en peligro la seguridad de otros usuarios	Se anota “No” en los casos en los que no es posible la movilización en vehículo

Criterio	Categorización					Otra clasificación
	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Acceso exclusivo carné TEC	-	-	-	-	-	Si/No
Acceso Buses	-	-	-	-	-	Si/No
Accesibilidad para personas con discapacidad	Espacios de movilización continuos, con infraestructura inclusiva e infraestructura externa al campus en las mismas condiciones	Espacios de movilización continuos y amplios, con infraestructura inclusiva como línea podotáctil y rampas o infraestructura a nivel	Espacios de movilización continuos pero angostos y con infraestructura inclusiva dentro del campus, más malas condiciones en el exterior inmediato	Espacios de movilización con muchos niveles (por ejemplo gradas) y quebradas que dificultan la movilización	No se cuenta con infraestructura mínima, aceras, por lo que se generan espacios que imposibilitan la movilización	-
Iluminación	Visibilidad completa del área y alrededores en horas de la noche	Visibilidad adecuada: suficiente para movilizarse en horas de la noche	Visibilidad baja: iluminación tenue que genera sensación de inseguridad	Visibilidad fragmentada (parches oscuros)	Nula iluminación en horas de la noche	-
Horario	-	-	-	-	-	Horas en los que se encuentra abierto tomadas de

Criterio	Categorización					Otra clasificación
	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Seguridad	Presencia de vigilancia constante por medio de cámaras de seguridad, puesto con personal de seguridad y flujo constante de personas	Presencia de vigilancia constante por medio de cámaras de seguridad, flujo constante de personas y rondas de vigilancia constante a cargo de oficiales	Sitio con vigilancia por medio de cámaras, con poco flujo de personas y rondas de vigilancia constante a cargo de oficiales	Sitio con vigilancia por medio de cámaras, con poco flujo de personas y rondas de vigilancia de baja constancia a cargo de oficiales de seguridad de la institución	Sitio sin vigilancia por medio de cámaras, con poco flujo de personas y rondas de vigilancia de baja constancia a cargo de oficiales de seguridad de la institución	-
Protección a condiciones climáticas	-	-	-	-	-	Si / No

3.3 CÁLCULO DE EMISIONES DEL TRANSPORTE

Se calcularon las emisiones de GEI producto del transporte en vehículo privado de estudiantes y funcionarios al y desde el TEC siguiendo la metodología del Green House Gas Protocol (2013) con enfoque en la cantidad de combustible fósil utilizado para la movilización. El análisis se enfocó en 3 GEI: CO₂, N₂O y CH₄, pues estos son los gases que se consideran en los métodos para el transporte.

Para calcular las emisiones se utilizó la ecuación siguiente, ésta se adecuó mediante el factor de emisión para calcular las emisiones de los tres gases en estudio.

$$Emisiones = \text{kilómetros recorridos} \times \frac{1}{\text{rendimiento}} \times \text{Factor de Emisión}$$

Se utilizaron los datos y supuestos descritos en el cuadro 10. Los datos de actividad (km recorridos) se tomaron de la encuesta de movilidad 2016 realizada para este proyecto. La información recolectada en ésta representa al 16% de la población total del campus, por lo cual las emisiones resultantes del cálculo se expandieron de manera proporcional a toda la población del campus. Se asumió que la distribución modal declarada es proporcional para toda la población y que la proporción de orígenes de los viajes se mantiene también para toda la población de funcionarios y estudiantes del campus central del TEC.

Además, se consideraron los viajes tanto las personas que viajan solas en sus vehículos, como las personas que viajan en carpooling.

Cuadro 10. Datos y supuestos utilizados en el cálculo de emisiones del transporte al TEC mediante vehículos privados

Dato	Unidad	Fuente	Observaciones metodológicas
Km recorridos	Km	Encuesta de movilidad 2016	En la encuesta se pregunta el origen del viaje, por tanto se calculó la distancia a nivel de cantón, entre el origen declarado y el campus central del TEC. Se asume que todos los vehículos realizan un viaje hacia el TEC y otro viaje directamente de vuelta a su lugar de origen
Rendimiento	L/km	Dirección Sectorial de Energía, 2004	Se promedió el rendimiento declarado y el rendimiento calculado con odómetro

Dato	Unidad	Fuente	Observaciones metodológicas
Proporción vehículos de gasolina/ diésel	60% gasolina 40% diésel	Dirección Sectorial de Energía, 2004	Proporción para automóviles del país
Factor de Emisión de CO ₂	kg CO ₂ /L	IMN, 2017	El IMN determina un factor de emisión para gasolina y uno para diésel, así que utilizando la proporción de vehículos gasolina/diésel se encontró un Factor de emisión promedio utilizado para el cálculo
Proporción vehículos de gasolina con catalizador/ sin catalizador	50% con catalizador 50% sin catalizador	Supuesto propio	No encontró un dato oficial país con esta proporción
Factor de Emisión de CH ₄	g CH ₄ /L	IMN, 2017	El IMN determina un factor de emisión para gasolina con catalizador y sin catalizador y uno para diésel, así que utilizando la proporción de vehículos gasolina/diésel y de vehículos gasolina con catalizador y sin catalizador se encontró un Factor de emisión promedio, el cuál fue utilizado para el cálculo
Factor de Emisión de N ₂ O	g N ₂ O/L	IMN, 2017	El IMN determina un factor de emisión para gasolina con catalizador y sin catalizador y uno para diésel, así que utilizando la proporción de vehículos gasolina/diésel y de vehículos gasolina con catalizador y sin catalizador se encontró un Factor de emisión promedio, el cuál fue utilizado para el cálculo
Potencial de calentamiento global	-	IMN, 2017	
Días hábiles por semestre	90 días	Cálculo propio	Considerando 18 semanas en la que la mayoría de la población asiste regularmente. Se asume que todos los vehículos se movilizan al TEC diariamente.

Por otro lado se realizó una proyección del crecimiento de las emisiones al 2031 en el escenario BAU, es decir, asumiendo que las condiciones actuales se mantengan y que la única variable que se modifique sea el crecimiento natural de la población. Para este cálculo se utilizó la ecuación de crecimiento de la población del campus central del TEC descrita en el presente trabajo en la sección 4.1.1.

4 DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD DEL CAMPUS CENTRAL DEL TEC

La presente sección hace un análisis de la información recabada tanto en la encuesta, como en los aforos, visitas de campo, actividad participativa y datos propios de la administración del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con el fin de generar un análisis cuantitativo y cualitativo que sea el primer paso para conocer y entender la oferta de movilidad del campus central del TEC y así, tener datos con los cuales establecer una propuesta para gestionar de una mejor manera la movilidad de estudiantes y funcionarios del campus.

4.1 CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES Y TERRITORIALES

El análisis de las características de la población que utiliza de manera habitual el campus central del TEC, así como de las características territoriales del medio urbano en el cual la institución se encuentra inmersa son pilares básicos en el análisis de la movilidad. Estos constituyen un paso previo necesario para diagnosticar las fortalezas y debilidades que presenta el campus desde el punto de vista de la movilidad sostenible.

Se analiza el comportamiento demográfico, pues el tamaño poblacional y sus características demográficas inciden sobre las necesidades de recursos y la planificación de un territorio (infraestructuras de transporte, parqueo, vías peatonales, ciclovías, entre otros), en función del modelo territorial y de los niveles de demanda existentes (Unidad de Medio Ambiente, 2015). En este mismo sentido, las características y dinámicas territoriales del ambiente urbano en el cual se encuentra inserto el campus, así como las dinámicas e infraestructura existente en el propio campus, influyen de gran manera en las demandas y necesidades de la población en cuanto a movilización

4.1.1 Características de la Población Universitaria

En el primer semestre del 2017 el campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica contó con una población total de 9109 personas, compuesta por 7646 estudiantes (Departamento de Admisión y Registro, 2017) y 1463 funcionarios (Espinoza, 2017). Con

estos datos se concluye que la mayoría de personas que asisten el campus son estudiantes (ver figura 14)¹.

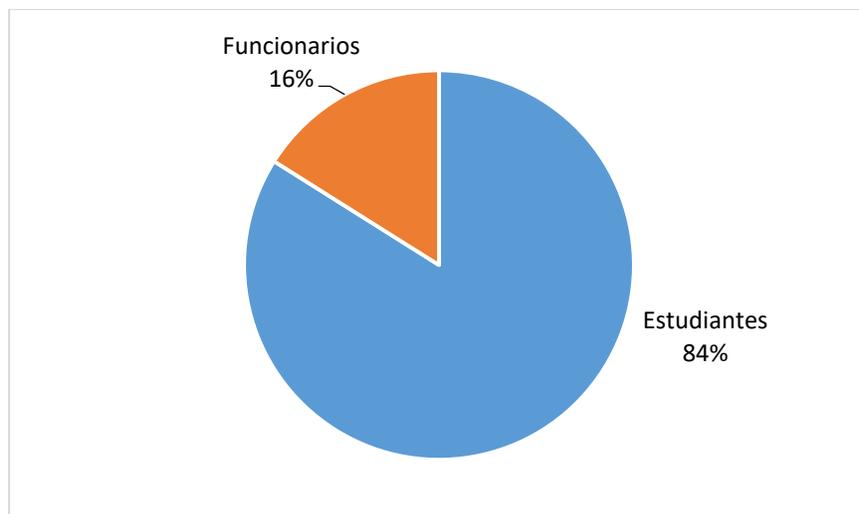


Figura 14. Composición de los habitantes del campus durante el I Semestre del 2017
Fuente: (Espinoza, 2017) ; (Departamento de Admisión y Registro, 2017)

La población estudiantil de la sede Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica ha seguido una tendencia creciente desde el 2007 hasta el 2017 (ver figura 15). Los datos expuestos corresponden a la cantidad de estudiantes matriculados y de funcionarios contratados en el momento de inicio del primer y segundo semestre cada año. Desde el 2007 hasta el 2017 se ha registrado un aumento promedio anual de 3,4% comparando el primer semestre del cada año con el del anterior. Además, en promedio la población desciende un 6,2% entre el primer semestre y el segundo semestre de cada año.

Después realizar entrevistas con la Oficina de Planificación Institucional (OPI) y con el Departamento de Admisión y Registro se llegó a la conclusión que la institución no cuenta con proyecciones claras sobre la cantidad de estudiantes futura. Esta situación se presenta ya que este número depende en gran manera de decisiones políticas las cuales fluctúan en el tiempo y no son fácilmente predecibles. Un ejemplo claro es la disponibilidad de presupuesto, el aumento de cupos, apertura de nuevas carreras, crecimiento de las sedes regionales, entre otras.

¹ Se sabe que hay una población no despreciable visitante en la institución, más no se encontraron datos relativos a visitantes que pudieran ser incluidos en el análisis.

Actualmente el Departamento de Admisión y Registro cuenta con el índice de matrícula, el cual predice la cantidad de estudiantes que matricularán en semestres próximos, además la OPI realiza una planificación anual de cupos y profesorado según indicaciones de la Vicerrectoría de Docencia y del Consejo Nacional de Rectores (CONARE). Más se carece de una proyección robusta de la población total del campus a largo plazo.

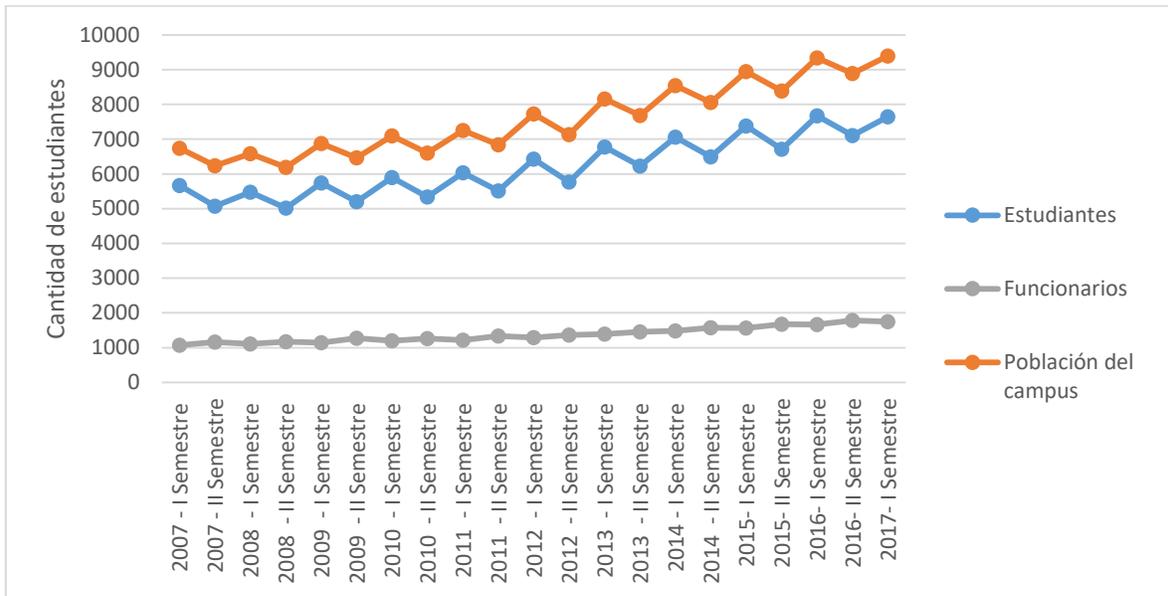


Figura 15. Evolución de la población de la Sede Cartago del Instituto Tecnológico de Costa
Fuente: (Espinoza, 2017) y (Departamento de Admisión y Registro, 2017)

Con los datos de la población total de estudiantes y de funcionarios de los primeros semestres del 2007 hasta el año 2017 se calculó la recta de mejor ajuste (Ver Figura 16). El coeficiente de determinación (r^2) de esta corresponde a 0,96 indicando un buen ajuste entre la recta y los datos. Así, con las condiciones y tendencias actuales, el crecimiento de la población del campus central del TEC se ve representado por la siguiente ecuación:

$$Población = 312,22(año) - 620305$$

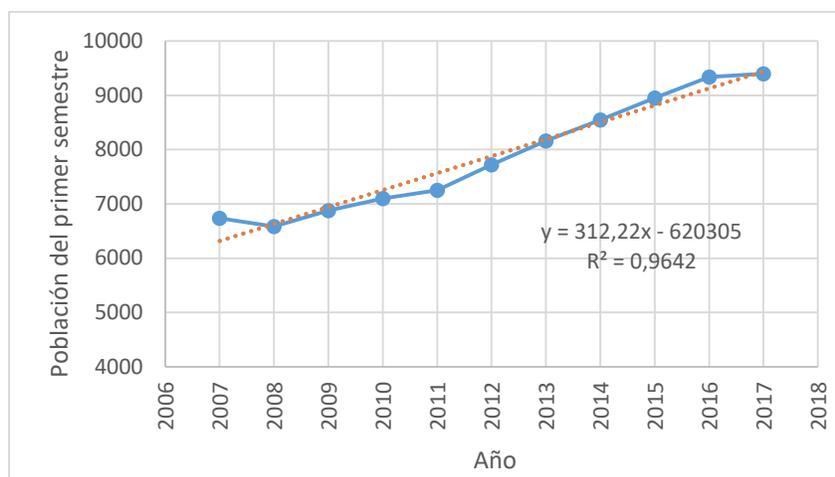


Figura 16. Evolución de la población estudiantil de la Sede Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica durante los primeros semestres

Fuente: (Espinoza, 2017) y (Departamento de Admisión y Registro, 2017)

Con base en comunicaciones con el personal del Proyecto Mejoramiento Institucional, se determinó que, hasta el momento, no se cuenta con cálculos puntuales que describan el aumento de la población del campus central del TEC como consecuencia de la construcción de los nuevos 7 edificios, actualmente en construcción, con fondos del Banco Mundial (G. Castro, comunicación personal, 7 de setiembre del 2017). Es posible que este aumento en infraestructura genere un cambio en la tendencia de crecimiento. Por tanto, la ecuación de crecimiento anterior debe interpretarse como el mínimo crecimiento esperable.

4.1.2 Características Territoriales del Campus

La presente sección hace un análisis de las condiciones y características territoriales externas al campus, de los accesos al campus y de las condiciones y características territoriales internas del campus central del TEC.

4.1.2.1 Características externas al campus

La ciudad de Cartago, ubicada al este de la Gran Área Metropolitana (GAM), interacciona activamente con ciudades como San José, Heredia y Alajuela. Existen entre ellas un flujo de personas que se movilizan entre ciudades con motivos tanto laborales, comerciales, estudiantiles e inclusive turísticos.

Por sus características funcionales, la ciudad de Cartago tiene una configuración espacial monocéntrica. Aunque tiene centros urbanos, comerciales e industriales distribuidos en diferentes puntos de la ciudad, su transporte se comporta de manera monocéntrica, pues la

mayoría de las rutas de movilización tanto privadas como de transporte público, confluyen en el centro comercial de la ciudad ubicado en el distrito occidental del cantón central de Cartago. Además, tanto la entrada como la salida del cantón central se concentran principalmente en la vía 10 (ver Figura 17) y a nivel interno en 4 avenidas principales que distribuyen el flujo y conectan de un lado a otro la ciudad, por lo cual se genera una alta presión de tránsito que genera congestión, esto se evidencia especialmente en la hora pico de la mañana y de la tarde.

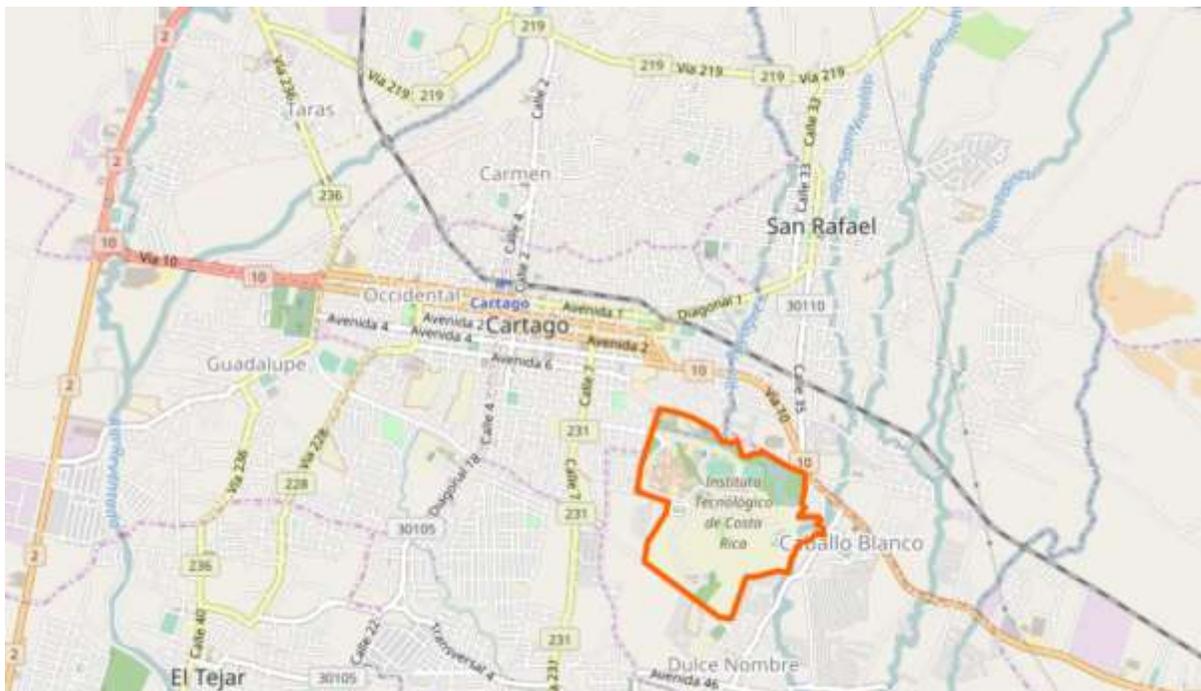


Figura 17. Ubicación del campus del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
Fuente: (OpenStreetMap, 2017)

El campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica posee un área 90 000 metros cuadrados y se encuentra inmerso en zona de uso residencial y de uso mixto del distrito Oriental de Cartago. La institución se encuentra a 1.5 km del principal centro comercial de Cartago, donde además confluyen las paradas de la mayoría de rutas de buses que se dirigen a los demás distritos de la provincia y otros pueblos cercanos.

En el Cuadro 11 se listan las distancias de distintos centros urbanos al TEC con el fin de ilustrar los posibles escenarios de viaje hacia la institución, entendiendo que el TEC origina viajes de una gran cantidad de lugares, tema que será profundizado en las secciones posteriores.

Cuadro 11. Distancia de algunos centros urbanos a la sede Cartago del TEC:

Centros urbanos	Distancia al campus (km)
Taras	5,3
Tejar	5,8
Paraíso	6,8
Tierra Blanca	8,3
Tres Ríos	16,0
Pacayas	19,0
Curridabat	19,0
Desamparados	20,0
Zapote	21,0
San Pedro	22,0
Tibás	27,0
Escazú	32,0
Turrialba	41,0
Heredia	42,0
Alajuela	48,0
Guápiles	98,0

4.1.2.2 Accesos al campus central del TEC

De acuerdo a lo ilustrado en el mapa de la figura 9 el campus posee un total de 6 accesos oficiales y públicos: Entrada Principal, Entrada Gimnasio, Entrada Parada de Buses, Portón detrás del CEQIATEC, Portón Escuela de Materiales/Producción Industrial, Entrada Escuela de Ingeniería Forestal. Mediante estos, las personas pueden entrar y salir de la institución utilizando los siguientes modos de transporte: vehículo privado, motocicleta, transporte público, transporte público privado (taxi, uber), en bicicleta, o bien caminando.

A continuación se describen las condiciones en las que se encuentran cada uno de los accesos listados anteriormente, así como las posibilidades de movilizarse mediante cada uno de los

modos de movilización y sus condiciones de esta movilización. Los cuadros para el análisis de los accesos se construyeron con base en el Estándar de Desarrollo Orientado al Transporte (ITDP, 2014b), haciendo énfasis especial en el Principio 1 (caminar) y el 2 (pedalear). El cuadro 10 presenta un resumen de la información de todos los accesos.

- **Entrada Principal**



Figura 18. Estado del acceso “Entrada Principal”: a. Visión completa de la entrada principal; b. y c. Conexión entre la Ciclovía municipal y la entrada principal.

Cuadro 12. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Principal”

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso peatonal	Aceras seguras y continuas, hay cruces peatonales seguros dentro de las instalaciones, pero en los alrededores externos al campus no se cuenta con cruces peatonales	Bueno
Acceso en bicicleta	No hay continuidad de la Ciclovía Municipal, no hay entrada segura para bicicletas, y las agujas dificultan la movilidad en bicicleta, las personas en bicicleta deben competir por el espacio con los vehículos	Muy malo
Acceso vehículo	Se cuenta con cuatro carriles de acceso para vehículos, dos de entrada y dos de salida. En la hora pico de la mañana (7 am -8 am) se genera un alto tránsito vehicular retrasando la entrada	Bueno
Acceso exclusivo carné TEC	Hay acceso diferenciado para los vehículos de funcionarios y estudiantes con carné y para visitantes	No
Acceso Buses	Los buses Cartago TEC entran y salen por este acceso. Las demás rutas solamente salen por este	Si
Accesibilidad para personas con discapacidad	No hay obstáculos en medio de la acera, sin embargo no hay línea podotáctil ni cruces peatonales adaptados para personas no videntes	Bueno
Iluminación	Hay una lámpara que brinda iluminación nocturna	Bueno
Horario	Esta entrada está abierta de 4 am a 10 pm. Sin embargo, información no se encuentra disponible visiblemente	18 horas diarias
Seguridad	Hay una estación con guardas que vigilan las 24 horas, así como cámaras que vigilan y flujo continuo de personas	Muy bueno
Protección a condiciones climáticas	No se cuenta con sendero techado	No

- **Entrada Gimnasio**



Figura 19. Estado del acceso “Entrada Gimnasio”: a. Entrada externa a la institución vista desde afuera; b. Camino que recorrer hasta llegar al campus c. Entrada externa a la institución desde ángulo interno.

Cuadro 13. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Gimnasio”.

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso peatonal	<p>Sendero compuesto por una acera angosta con muchas gradas. Acera discontinua en los alrededores externos de esta entrada.</p> <p>Hay un cruce peatonal seguro dentro del campus, más en los alrededores externos al campus no hay cruces peatonales. En este sentido es importante mencionar que para acceder a esta entrada se debe cruzar la calle transversal 13, por la cual circulan vehículos a velocidades superiores a las seguras para peatones</p>	Malo
Acceso en bicicleta	Mala accesibilidad para bicicletas, la gran cantidad de gradas dificultan inclusive el movilizar la bicicleta caminando	Malo
Acceso vehículo	No hay posibilidad de acceder en vehículo	No

Características		Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso exclusivo		Hay acceso peatonal libre	No
Acceso Buses		No hay posibilidad de acceder en bus	No
Accesibilidad para personas con discapacidad	para con	Hay muchas gradas y desniveles en la acera, además esta se encuentra agrietada y quebrada en varios tramos. No se cuenta con rampas ni con línea podotáctil	Malo
Iluminación		No se cuenta con iluminación en el recorrido	Muy mala
Horario		Esta entrada está abiertas de 6 am a 7 pm. Esta información no se encuentra disponible visiblemente.	10 horas diarias
Seguridad		Hay cámara situada cerca de la soda Casa Luna, la cual vigila el final del sendero de entrada, más con esta cámara no se tiene visibilidad adecuada de todo el recorrido Buena visibilidad de cámaras dentro del campus, pero no se han logrado instalar cámaras para vigilar el sector desde fuera del campus	Regular
Protección condiciones climáticas	a	No se cuenta con sendero techado	No

- **Entrada Parada de Buses**



Figura 20. Estado del acceso “Entrada Parada de Buses”: a. Visión desde fuera del campus; b. Conexión de la entrada con el campus central del TEC.

Cuadro 14. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Parada de Buses”

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso peatonal	Acera angosta, pero continua. Hay un cruce peatonal seguro dentro de la institución, pero en los alrededores externos al campus no se cuenta con cruces peatonales	Bueno
Acceso en bicicleta	Mala accesibilidad para bicicletas, la gran cantidad de gradas dificultan inclusive el movilizar la bicicleta caminando	Mala
Acceso vehículo	No hay posibilidad de acceder en vehículo	No
Acceso exclusivo carné TEC	Hay acceso peatonal libre	No
Acceso Buses	No hay posibilidad de acceder en bus	No

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Accesibilidad para personas con discapacidad	Hay muchas gradas que dificultan la movilidad, no se cuenta con rampa. Tampoco hay línea podotáctil	Malo
Iluminación	El camino techado posee iluminación, más los alrededores externos se vuelven oscuros en la noche a pesar de contar con la luz del alumbrado público	Bueno
Horario	Esta entrada está abiertas de 6 am a 10 pm. Esta información no se encuentra disponible visiblemente	16 horas
Seguridad	Hay cámara situada cerca de la parada de buses con visibilidad adecuada de todo el recorrido.	Bueno
Protección a condiciones climáticas	Se cuenta con sendero techado	Si

- **Portón detrás del CEQIATEC**



Figura 21. Estado del acceso “Entrada Portón detrás del CEQIATEC”.

Cuadro 15. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Portón detrás del CEQIATEC”

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso peatonal	No se permite, aunque hay flujo de peatones. En este punto no hay acera ni dentro del campus, como tampoco en la conexión con el exterior	Muy mala
Acceso en bicicleta	Mala accesibilidad para bicicletas, las agujas dificultan la movilidad, pues están diseñadas para vehículos solamente.	Muy mala
Acceso vehículo	Se cuenta con dos carriles de entrada y ninguno de salida, los cuales no están señalizados correctamente. Vehículos parquean en la salida, esto dificulta la entrada de los vehículos.	Regular
Acceso exclusivo carné TEC	Se debe contar con carné institucional para acceder	Si

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso Buses	No hay posibilidad de acceder en bus	No
Accesibilidad para personas con discapacidad	No se cuenta con condiciones básicas, no hay aceras.	Muy Malo
Iluminación	Solamente se cuenta con la iluminación del alumbrado público.	Regular
Horario	Esta entrada está abiertas de 6:30 am a 5:30 pm. Esta información no se encuentra disponible visiblemente	11 horas
Seguridad	Se cuenta con cámaras que vigilen la entrada 24 horas diarias, más el flujo de personas por este sector es reducido.	Regular
Protección a condiciones climáticas	No se cuenta con sendero techado	No

- **Portón Escuela de Materiales/Producción Industrial**



Figura 22. Estado del acceso “Portón Escuela de Materiales/Producción Industrial”

Cuadro 16. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Portón Escuela de Materiales/Producción Industrial”

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso peatonal	La entrada cuenta con acera en buen estado en la conexión con el campus, más no hay acera del todo en la parte exterior.	Regular
Acceso en bicicleta	No hay entrada segura para bicicletas, el portón dificulta la movilidad fluida en bicicleta.	Regular
Acceso vehículo	No hay posibilidad de acceder en vehículo	No
Acceso exclusivo carné TEC	Hay acceso peatonal libre	No
Acceso Buses	No hay posibilidad de acceder en bus	No
Accesibilidad para personas con discapacidad	Cuenta con acera en buen estado y línea podotáctil dentro del campus, más no hay condiciones mínimas de accesibilidad en la parte externa. Además, la entrada está limitada por un portón sin adecuaciones de accesibilidad.	Regular

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Iluminación	Solamente se cuenta con la iluminación del alumbrado público.	Regular
Horario	Esta entrada está abierta de 6 am a 10 pm. Esta información no se encuentra disponible visualmente.	16 horas
Seguridad	Se cuenta con cámaras que vigilan la entrada 24 horas diarias y con un flujo de personas regular por el sector	Bueno
Protección a condiciones climáticas	Se cuenta con sendero techado cerca del portón, más este no llega directamente a la entrada	Si

- **Entrada Escuela de Ingeniería Forestal**



Figura 23. Estado del acceso “Entrada Escuela de Ingeniería Forestal”: a. Estructura para peatones que conecta el exterior con la entrada; b. Visión completa de la entrada c. Visión lejana de la entrada. d. Modificaciones para peatones la entada.

Cuadro 17. Descripción de las condiciones observadas del acceso “Entrada Escuela de Ingeniería Forestal”

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso peatonal	No hay acera en la parte externa del campus, además, se debe caminar por una carretera en la que los vehículos se movilizan a altas velocidades, peligrosas para el flujo peatonal. Se elaboró una rampa de madera para conectar la calle con la entrada, la cual está en malas condiciones y es insegura. Dentro del campus se construyó un tracto de acera, más este no se completó. Hay trillos provisionales en sitios peligrosos.	Muy malo
Acceso en bicicleta	No hay entrada segura para bicicletas, las personas en bicicleta deben competir por el espacio con los vehículos y las agujas dificultan la movilidad en bicicleta, pues no están pensadas para ellas	Malo

Características	Descripción de las condiciones	Categorización
Acceso vehículo	Hay un carril de entrada y uno de salida. No se genera congestión en las horas pico.	Muy bueno
Acceso exclusivo carné TEC	Se debe contar con un chip especial para acceder. No hay información visible respecto a dónde conseguir este chip.	No
Acceso Buses	Todas las rutas de buses, excepto Cartago TEC, ingresan por esta entrada. Esto causa congestión en la hora pico de la mañana.	Si
Accesibilidad para personas con discapacidad	Cuenta con un tracto de acera en buen estado y línea podotáctil dentro del campus, más no hay condiciones mínimas de accesibilidad en la parte externa, no hay acera.	Muy mala
Iluminación	Solamente se cuenta con la iluminación del alumbrado público.	Malo
Horario	Esta entrada está abierta de 6 am a 5:30 pm para el acceso de vehículos y de 6 am a 10 pm para el acceso de peatones. Esta información no se encuentra disponible visualmente	11,5 horas para vehículos 16 horas para peatones
Seguridad	Se cuenta con cámaras que vigilan la entrada 24 horas diarias, más el flujo de personas por este sector es reducido.	Regular
Protección a condiciones climáticas	No se cuenta con sendero techado	No

Cuadro 18. Resumen de la categorización de las características de los accesos al campus central del TEC

Accesos/ Características	Entrada Principal	Entrada Gimnasio	Entrada Parada de Buses	Portón detrás del CEQIATEC	Portón Escuela de Materiales/ Producción Industrial	Forestal
Acceso peatonal	Bueno	Malo	Bueno	Muy mala	Regular	Muy malo
Acceso en bicicleta	Muy malo	Malo	Mala	Muy mala	Regular	Malo
Acceso vehículo	Bueno	No	No	Regular	No	Muy Bueno
Acceso exclusivo carné TEC	No	No	No	Si	No	Si
Acceso Buses	Si	No	No	No	No	Si
Accesibilidad para personas con discapacidad	Bueno	Mala	Mala	Muy Mala	Regular	Muy mala
Iluminación	Bueno	Muy mala	Bueno	Regular	Regular	Malo
Horario (horas)	18	10	16	11	16	11, 5 vehículos 16 peatones
Seguridad	Muy bueno	Regular	Bueno	Regular	Bueno	Regular
Protección a condiciones climáticas	No	No	Si	No	Si	No

4.1.3 Condiciones territoriales internas

El campus actualmente cuenta con alrededor de 110 edificios, los cuales ocupan un área superficial de 59.977,49 m² (Oficina de Ingeniería, 2016a). Actualmente tanto la cantidad como la ubicación y los usos de los edificios están en constante cambio debido un proyecto de desarrollo de infraestructura financiado con fondos del Banco Mundial.

Con base en la encuesta de Movilidad y Transporte realizada en este proyecto se determinó que 10 bloques de edificios agrupan los principales atractores de viajes del campus. Además, presentan la mayor concentración de personas y el 83% las de las movilizaciones más frecuentes de la población encuestada. En la figura 24 se muestra la ubicación en el mapa del TEC de las zonas identificadas con un código, el cual coincide con la nivel de uso del bloque (cantidad de personas que reportaron frecuentar edificios en el bloque) encontrándose información adicional en el cuadro 19 relacionada con el nombre del bloque, los edificios pertenecientes a éste y el número de personas que indicaron que lo frecuentaban.



Figura 24. Bloques que generan el mayor flujo de personas en el campus central del TEC.

Fuente de datos: Encuesta de Movilidad y Transporte 2016.

Fuente de imagen: (Oficina de Ingeniería, 2016a)

Cuadro 19. Bloques de edificios más frecuentados según información recolectada en la encuesta de Movilidad y Transporte 2016

Código de identificación	Nombre del bloque	Edificios pertenecientes al bloque	Personas que declararon frecuentarlos
1	Edificios F	F1-F3-F4-F5-Laimi II	613
2	Aulas D2-D3	D2-D3	575
3	Bloque Comedor-Laimi I	Comedor institucional -Laimi I- Edificio C1	419
4	Bloque Aulas B	B1-B2-B3	319
5	Biblioteca	Biblioteca José Figueres Ferrer	287
6	Bloque de Edificios Administrativos	A1-A2-A3-A5	272
7	Bloque CIB-Ambiental-Diseño	CIB-Escuela de Ingeniería Ambiental-G18-Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial	269
8	Electromecánica	Electromecánica	258
9	Ciencias del Lenguaje-Electrónica	Ciencias del Lenguaje-Electrónica	180
10	Bloque Producción-Materiales	Escuela de Ingeniería en Producción Industrial – Escuela de Ingeniería en Materiales	149

De esta manera se identificaron dos zonas funcionales principales (ver figura 25), cada una con características de uso, de permanencia y por ende de movilización diferentes:

- **Zona Oeste Uso Mixto:** esta concentra el 68% de las declaraciones de edificios más frecuentados. El área incluye una gran variedad de usos: servicio de alimentación, espacios para estudiar, actividades administrativas, aulas e inclusive espacios de socialización, por lo que se identifica como de uso es mixto. Esta zona corresponde al principal centro funcional del TEC, pues concentra los servicios de primera

necesidad. Además genera un espacio que promueve mayores tiempos de permanencia.

- Zona este Aulas: esta aglomera el restante 32% de las declaraciones de edificios más frecuentados. Abarca en su mayoría edificios que se utilizan para dar clases, por tanto el tiempo de permanencia en los edificios y en la zona es menor. Además, por el momento no cuenta con servicios básicos para atender a la población estudiantil (alimentación y espacio para estudiar), por tanto la estructura actual promueve una continua movilización de personas entre el sector este y oeste para acceder a los servicios mencionados y asistir a las lecciones.



Figura 25. Zonas funcionales identificadas en el campus central del TEC según bloques de movilización de personas. Fuente de datos: Encuesta de Movilidad y Transporte 2016. Fuente de imagen: (Oficina de Ingeniería, 2016a)

4.1.4 Retos y oportunidades

Se identifican los siguientes retos y oportunidades en relación con las características territoriales del campus:

- La ciudad de Cartago cuenta con limitadas vías de acceso, esto genera una alta presión de tránsito que produce congestión, especialmente en las horas pico, la cual afecta en la movilidad de las personas que se transportan al y desde el campus central del TEC.

- Las entradas al campus no cuentan con la infraestructura óptima para promover la movilización peatonal y en bicicleta.
- La zona oeste de uso mixto concentra los servicios de primera necesidad del campus, por lo que se promueve la continua movilización de personas entre ésta y la zona este de aulas para satisfacer necesidades como alimentación, sitios de encuentro social y de estudio, así como para acceder a lecciones.

4.2 ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD GENERAL

La presente sección describe el panorama general de las movilizaciones al TEC, patrones de movilización, horas pico, utilización de las entradas, modos de movilización seleccionados y motivos de esa selección. Para la caracterización de los movimientos en el campus se utilizó la información registrada con los aforos vehiculares, peatonales y ciclistas durante la tercera semana posterior al inicio de lecciones del segundo semestre del 2016. Se seleccionó esta semana pues se considera que representa el flujo de movilización máximo, esto pues se observa que normalmente durante las primeras dos semanas de lecciones del semestre, algunos estudiantes no asisten a lecciones, así que se consideró que esta situación se normaliza en la semana 3. Así, los datos descritos representan las condiciones de uso máximo del campus.

4.2.1 Distribuciones y datos generales

En la semana de uso máximo del campus central del TEC se registran un total de 82 065 movilizaciones de personas entre las 7 am y las 5:59 pm. Este número no es equivalente al número de personas que acceden y utilizan el campus, pues la variable contada es movilizaciones, ya que no se tenía manera de determinar si una misma persona entraba o salía varias veces del campus.

Estas movilizaciones siguen un patrón horario (ver Figura 26). La magnitud de este patrón varía de acuerdo a los días. Con respecto a la entrada de personas, el pico de movilizaciones máximo se registra de 7 am a 8 am, en esta hora se registran el 26% de todos los movimientos de entrada. Hay un segundo pico de entrada al campus de 9 am a 10 am y un tercer pico de 12 md a 1 pm. La tarde presenta una movilización constante de entradas, sin un pico marcado.

En total, se registraron 44 826 movimientos de entradas al campus central del TEC durante la semana.

Los movimientos en sentido de salida presentan el comportamiento complementario a los de entrada. El primer pico se observa de 9 am a 10 am, un segundo pico se presenta de 11 am a 12 md y así mismo, pico más importante de salida se registra de 4 pm a 5 pm, hora en la que terminan la jornada laboral y en la cual el 37% de los funcionarios declararon en la encuesta de movilidad 2016 que dejan las instalaciones. Es importante resaltar que las salidas registradas de 4 pm a 5 pm representan el 16% de los movimientos de salida y por su parte las registradas de 5 pm a 6 pm agrupan el 14% de los movimientos de salida, correspondiendo así a un pico de salida que se extiende desde las 4 pm hasta las 6 pm.

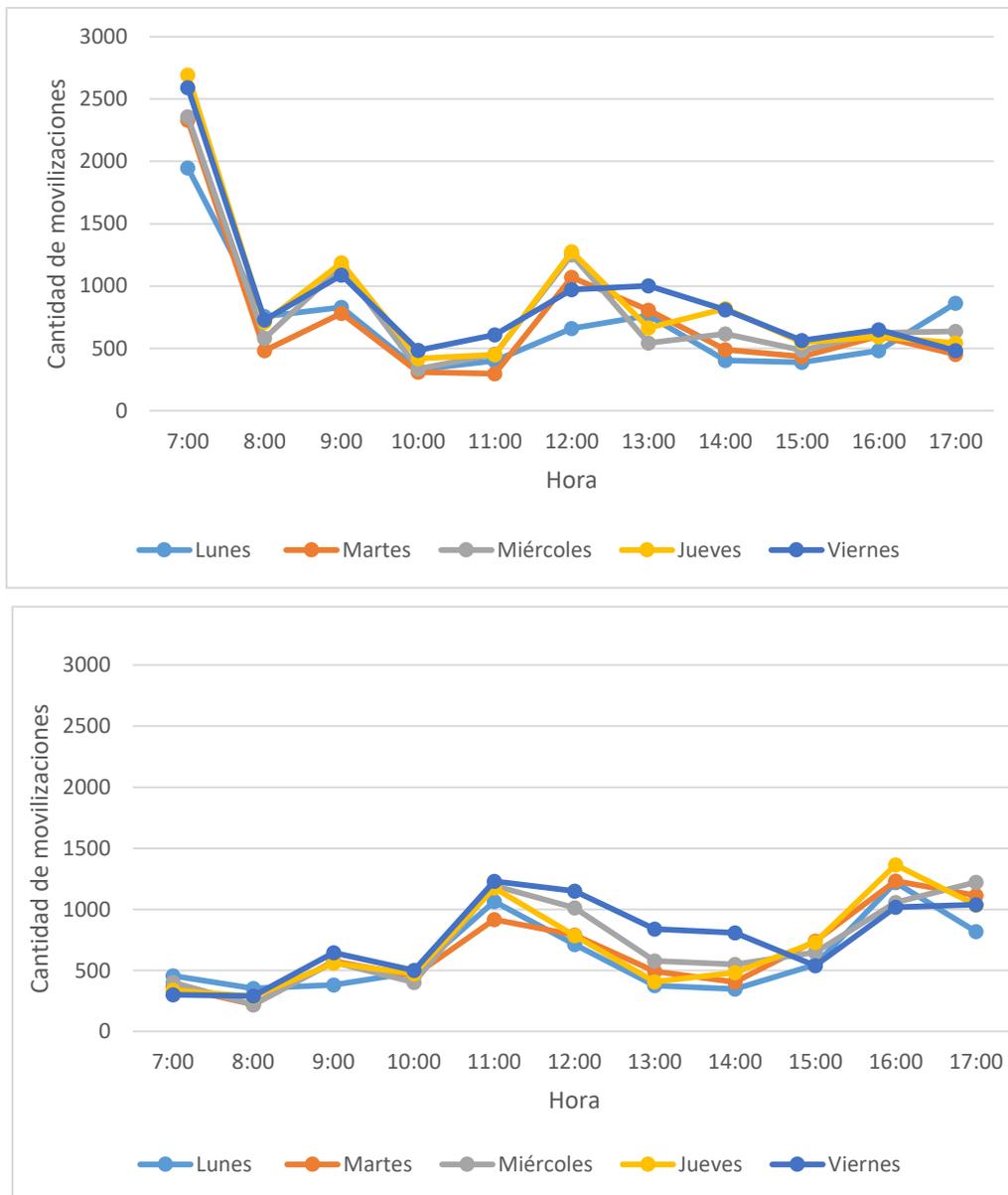


Figura 26. Flujo sumatorio de la movilización de personas en todos los accesos al campus central del TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016, según el flujo de entrada (gráfico superior) y de salida (gráfico inferior).

Los picos de entrada y salida de personas del campus coinciden con las horas de entrada y salida de bloques de lecciones (ver cuadro 20), además coinciden con la horas de almuerzo, es decir, hay un aumento en la intensidad de salida en la hora comprendida entre las 11 am y las 12 md y el posterior aumento en la intensidad de entrada registrado entre las 12 md y la 1 pm .Es decir, el comportamiento de entrada y salida de las personas al campus está íntimamente ligados con el horario de lecciones y con el almuerzo.

Cuadro 20. Coincidencia identificada entre periodos picos de movilización de personas y horarios principales de lecciones

Inicio del bloque de lecciones	Pico de movilización en sentido entrada identificado	Fin del bloque de lecciones	Pico de movilización en sentido salida identificado
7:30 am	7:00 am a 8:00 am	9:20 am	9 am a 10 am
9:30 am	9:00 am a 10 am	11:20 am	11 am a 12 md
1:00 pm	12:00 md a 1:00	4:50 pm y 5:50 pm	4pm a 6 pm

Por otro lado, es de suponer que después de las 6 pm todavía se presenta un movimiento importante de salida. Esto pues al hacer un balance de entradas y salidas se observa un desbalance de 7 587 movimientos, es decir, en el espacio temporal muestreado se registraron más movimientos de entradas que de salidas. Además, el 30% de los estudiantes y el 20% de los funcionarios declararon en la encuesta que usualmente dejan las instalaciones del TEC después de las 6 pm. Con estos datos se concluye que después de las 6 pm aún se presenta un movimiento de personas no despreciable, el cuál no fue registrado en este estudio.

El viernes se registró la mayor cantidad de movilizaciones de personas, en total se contabilizaron 17 677 movimientos de personas. Ahora bien, este dato difiere en menos del 1% con la totalidad de las movilizaciones registradas para el jueves, día en el que se registraron 17541. Además los picos de movilización de entrada fueron más intensos el día jueves, es decir, una mayor cantidad de personas entró en las horas pico identificadas.

El viernes es el día en el que, después del lunes, más estudiantes declaran que no asisten a la institución. Se considera que el registro de esta cantidad de movilizaciones, el viernes representa un caso atípico. Este comportamiento se podría deber a razones climáticas. Se ha registrado que las condiciones climáticas cambian los patrones de las movilizaciones de las personas (Horanont, Phithakkitnukoon, Santi Leong, Sekimoto, & Shibasaki, 2013) y el día jueves, día con la segunda mayor cantidad de movilizaciones totales, el clima se caracterizó por estar lluvioso (ver cuadro 1), lo cual pudo haber ocasionado que personas que acostumbran a moverse ese día decidieran no hacerlo, en consecuencia la cantidad de movilizaciones de un jueves típico no se reflejó de la mejor manera. Por su parte, en el segundo conteo realizado en la semana 13 se registra que en la hora pico de 7 am a 8 am, la

cantidad de movilizaciones de entrada es mayor el día jueves que cualquier otro día registrado comparable en esa semana. Por tanto, se asume que en condiciones típicas, el día con mayor movilización en el campus central del TEC corresponde al jueves.

La movilización mínima de la semana se registra el lunes, la cantidad total de movilizaciones en sentido entrada es un 21% menor que el del jueves. Es decir, según los datos recolectados, la máxima variación de movilización en condiciones es de un 21%.

En el acceso principal se registra el mayor flujo de movilización de personas, el 68% del total de los movimientos contabilizados durante la semana 3 del segundo semestre del 2016 se realizaron a través de este acceso (ver figura 27). Éste, además cuenta con las mejores condiciones a nivel de infraestructura y seguridad (ver cuadro 18) y es el único acceso por el cual es posible la movilización mediante todo los modos analizados (vehículo privado, bus, moto, taxi, caminando y en bicicleta).

El 62% de las movilizaciones que se registraron en el acceso principal durante la semana 3 se realizaron por medio de modos de movilización motorizados (vehículo privado, moto o taxi, no se contabilizó la movilización de los autobuses en esta categoría), a su vez, el 93% de todas las movilizaciones de personas realizadas en vehículo privado se registraron en el acceso principal.

Por su parte el 38% de las movilizaciones restantes registradas en la entrada principal fueron realizadas por personas en modos no motorizados (caminando y en bicicleta), las cuales a su vez representan el 47% del total de las movilizaciones no motorizadas realizadas el campus.

El acceso principal es crítico para la movilización tanto motorizada como no motorizada, además, el comportamiento o patrón de movilización de esta entrada representa de una buena manera la movilización agrupada de todo el campus, pues como se mencionó anteriormente, reúne la mayor parte del flujo de movilización del campus.

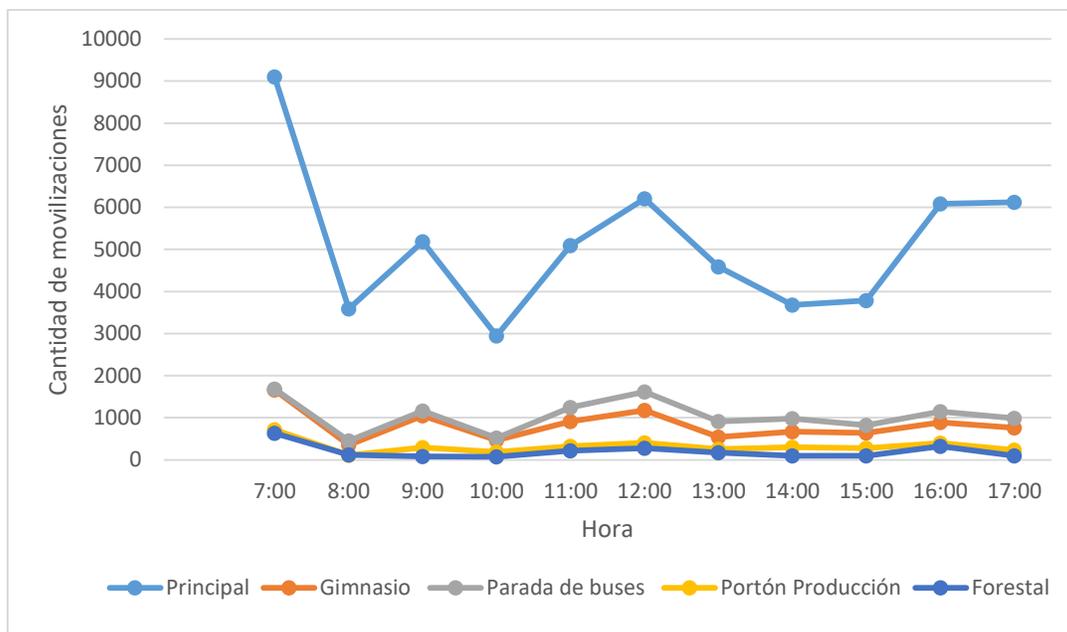


Figura 27. Flujo semanal de movilización de personas (entradas y salidas) agregado por acceso medido durante la semana 3 del segundo semestre del 2016.

4.2.2 Cambio en los patrones de movilización al avanzar el semestre

Este análisis se realizó comparando los movimientos registrados en el acceso principal del campus, durante el día martes de la semana 3 y 13 del segundo semestre del 2016.

En la semana 3 se considera que se registra el flujo de movilización máximo. Por su parte, la semana 13 se considera que se registra el flujo de movilización normal con tendencia a la baja, es decir, la movilización usual de estudiantes y funcionarios cerca de concluir el semestre (las lecciones normalmente finalizan en la semana 16).

Se seleccionó el acceso principal, pues como se mencionó en la sección anterior éste es útil para representar el patrón de movilización de todo el campus, pues agrega la mayoría de las movilizaciones. Además, los registros obtenidos el martes en la semana 3 y la semana 13 en la entrada principal logran contabilizar la totalidad de las horas en las que el estudio se enfoca, de 7 am a 5:59 pm, esto hace que los datos sean comparables entre sí.

Como se observa en la Figura 28, los registros de movilización de la semana 3 y la 13 mantienen los mismos patrones generales, es decir, las mismas horas pico de entrada y salida aunque su magnitud difiere. En el día martes de la semana 3 se registran un 15% más de movilizaciones que en el martes de la semana 13.



Figura 28. Registro de movimientos en el acceso principal comparativo entre la semana 3 y la semana 13 del segundo semestre del 2016: a. Movimientos totales (peatones, ciclistas, personas en vehículo) de personas registrados en el acceso principal el martes de semana 3, b. Movimientos totales (peatones, ciclistas, personas en vehículo) de personas registrados en el acceso principal el martes de semana 13, c. Movimientos de peatones registrados en el acceso principal el martes de semana 3, d. Movimientos de peatones registrados en el acceso principal el martes de semana 13, e. Movimientos de ciclistas registrados por el acceso principal en semana 3, f. Movimientos de ciclistas registrados en el acceso principal el martes de semana 13

El patrón de la movilización motorizada es similar al patrón de movilización total en la entrada principal, esto pues la mayor cantidad de movilizaciones se realizan por este modo. Por la razón anterior no se agregaron gráficos específicos que mostraran el comportamiento de la entrada y la salida de vehículos durante el martes de la semana 3 y la semana 13.

Por su parte, 7 am a 9 am la movilidad peatonal mantiene también el mismo patrón de movilización la semana 3 y 13, aunque su magnitud total es menor en la semana 13. A partir de las 10 am se observa que en la semana 13 tanto las entradas, como las salidas se estabilizan, es decir, no se registran picos donde aumente la intensidad de las movilizaciones. Por tanto, se concluye que la población del campus que se moviliza peatonalmente tiende a moverse menos conforme avanza el semestre y permanecen un mayor tiempo dentro del campus.

Los gráficos de movimiento de los ciclistas presentan las mayores diferencias y no se registra ningún patrón de movilización que sea constante entre el martes de la semana 3 y el de la semana 13. Esto se puede deber a que la magnitud total de movilización es reducida en comparación con los registros de los otros modos, por lo que un cambio aleatorio (por ejemplo que un equipo de ciclismo entrenara alguno de los días), altera notablemente las tendencias. No se identificó los motivos específicos que explicaran las movilizaciones registradas.

Con los datos analizados se concluye que conforme avanza el semestre el flujo total de movilizaciones disminuye, pero la movilización general mantiene los picos característicos de entrada y de salida, es decir, el patrón de movilización general del campus central del TEC es constante durante el semestre.

4.2.3 Distribución modal

Con la información recolectada se definieron dos distribuciones modales que describen la movilización en el campus central del TEC:

- **Distribución modal declarada:** Esta se basa en la información recolectada en la encuesta de movilidad 2016. El dato representa el modo de movilización elegido para viajar la distancia más larga, pero no necesariamente es el mismo modo en el cual las personas entran al campus. Por ejemplo, una persona podría viajar la distancia más larga en bus o tren, pero entrar caminando a la institución. (ver figura 29)

- Distribución modal registrada: Agrega todos los registros de movilizaciones obtenidos mediante los aforos vehiculares, peatonales y ciclistas realizados durante la semana 3 del segundo semestre del 2016, es decir, contabiliza todas las movilizaciones de entrada y de salida registradas en la semana clasificadas por modo de movilización (ver figura 30).

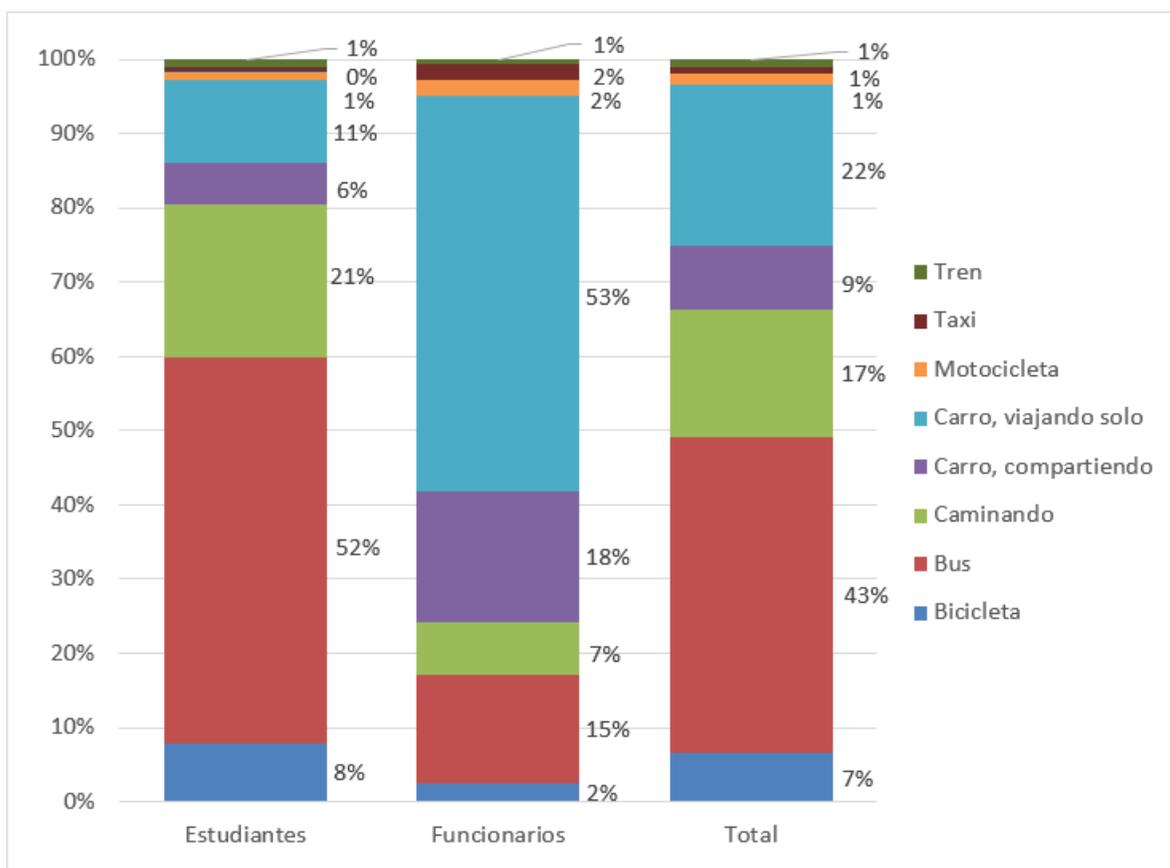


Figura 29. Distribución modal declarada de funcionarios y estudiantes del campus central del TEC.

Fuente: Encuesta de Movilidad, 2016

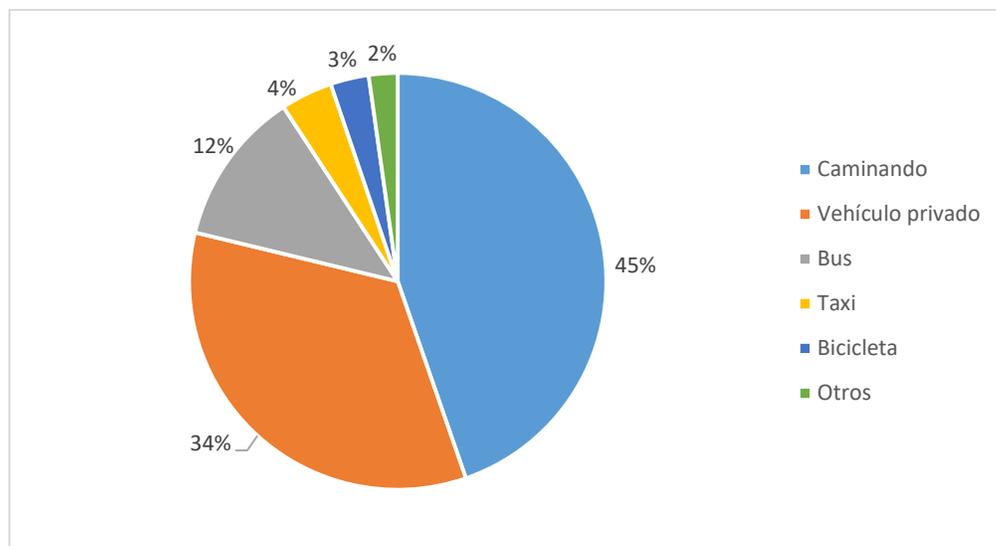


Figura 30. Distribución modal registrada en los accesos al campus durante la semana 3 del segundo semestre 2016.

La mayor diferencia entre la distribución modal declarada y la registrada se detectó en la movilización en bus y caminando. El 43% de la población que asiste al campus declara movilizarse mediante autobús, este es el medio que el 52% de los estudiantes utilizan para desplazarse la distancia más larga de su viaje al TEC. Pero en los aforos solamente se registra un 12% de movilizaciones por este medio. Por otro lado, solamente un 17% de la población del TEC declara que para llegar a la institución caminan la distancia más larga de su viaje, mientras que en los aforos se registra que el 45% del total de las movilizaciones de entrada y salida del campus se realizan caminando.

Ahora bien, por medio de las encuestas se identificó que un 45% de la población, aunque se mueven en autobús para llegar al TEC no utilizan las rutas propias de la institución, utilizan otros servicios públicos de transporte que en la mayoría de los casos tienen parada en el centro de Cartago, a 1,5 km del campus. Así, éstas personas, aunque se movilizan la distancia más larga en autobús, caminan, o bien toman un taxi o el autobús hacia el TEC desde la parada en el centro de Cartago para llegar al campus. Por lo tanto, es posible que la etapa final del viaje de muchas de estas personas se haya registrado caminando.

Además, el TEC se encuentra inmerso en una zona de uso mixto entre comercial y residencial, por tanto se encuentra rodeado de sitios de habitación de estudiantes y funcionarios, así como de restaurantes y supermercados, por tanto, es de suponer que una

gran cantidad de los viajes cortos durante el día (comprar algo en el supermercado, buscar almuerzo en los alrededores de la institución, entre otros) se realizan caminando. Esto también es un motivo del registro de numerosas movilizaciones caminando.

El vehículo privado representa una gran proporción de los viajes de los funcionarios. En total un 71% de los funcionarios afirma transportarse por medio de este modo, de los cuales solamente un 18% afirma compartir el viaje. Por su parte, solamente un 17% de los estudiantes afirma venir en vehículo privado y un 6% comparte el viaje. Ahora bien, aunque el porcentaje de funcionarios que utilizan vehículo sea mucho mayor que el de estudiantes la cantidad efectiva de personas que esto significa es similar. Considerando los datos del primer semestre 2017 un 71% de funcionarios que utilizan vehículo es equivalente a 1038 personas y un 17% de estudiantes que utilizan vehículo se traduce en 1299 personas.

Por último, la movilización por medio de bicicleta corresponde al 3% de los viajes registrados y al 7% de los declarados. En proporción, más personas declaran venir a la institución en bicicletas de las registradas. Como se mencionó anteriormente, el comportamiento y la selección del modo de movilización pueden variar dependiendo de las condiciones del clima (Horanont et al., 2013), por tanto, la decisión final de muchas de las personas que declaran asistir a la institución en bicicleta cambia dependiendo de las condiciones del clima o inclusive, de las tareas que tenga que realizar en el día. Por esta razón, la proporción de viajes registrados e en bicicleta es menor de lo declarado.

En conclusión, la población del campus central del TEC declara utilizar en su mayoría modos de movilización sostenibles para desplazarse la distancia más larga del viaje al TEC, siendo los más utilizados el autobús y caminar. La mayor parte de los funcionarios declaran transportarse mediante vehículo privado en su viaje al TEC, la cantidad real de estudiantes y de funcionarios que asisten al TEC en vehículo privado es similar. Otros medios sostenibles, como la bicicleta tienen una representación reducida dentro de la distribución modal declarada del TEC.

A continuación y en las próximas secciones de este documento, cuando se haga referencia a distribución modal se estará haciendo mención de la distribución modal declarada.

4.2.4 Motivo de la selección del modo

Como se mencionó anteriormente la mayoría de los estudiantes declaran movilizarse por medio de autobús y caminando, mientras que la mayoría de los funcionarios se movilizan por medio de vehículo privado. Como es de suponer los motivos de selección de los modos de movilización son diferentes entre ambos grupos poblacionales.

Para los estudiantes los tres motivos principales que los llevan a seleccionar el modo de transporte para trasladarse la distancia más larga a la institución corresponden, en orden descendente, a: bajo costo, no tengo otra alternativa y distancia de movilización (Ver figura 31).

Ahora bien, el 56% de los estudiantes que elige su modo de transporte basado en bajo costo se movilizan mediante autobús y el 22% caminando. Por otro lado el 76% de los estudiantes que afirman no tener otra opción de movilización se movilizan también mediante el bus. Es decir, los estudiantes que tienen menos acceso a recursos son los que más utilizan el autobús.

Los estudiantes que seleccionan el motivo “distancia” se refieren en su mayoría a distancias cortas. Un 39% de los estudiantes que selecciona este motivo se moviliza en transporte no motorizado y un 39% lo hace en transporte público, de los cuales un 46% son viajes realizados a menos de 17 km del TEC.

En el caso de los funcionarios los tres motivos que priman en la selección del modo de transporte para trasladarse la distancia más larga al TEC, en orden descendente son: conveniencia/flexibilidad, es la manera más rápida de viajar (tiempo) y es la más cómoda. Los tres motivos están asociados con el vehículo y tienen que ver con responsabilidades de cuidado (recoger/dejar familiares, pasar a comprar implementos para el hogar entre otros).

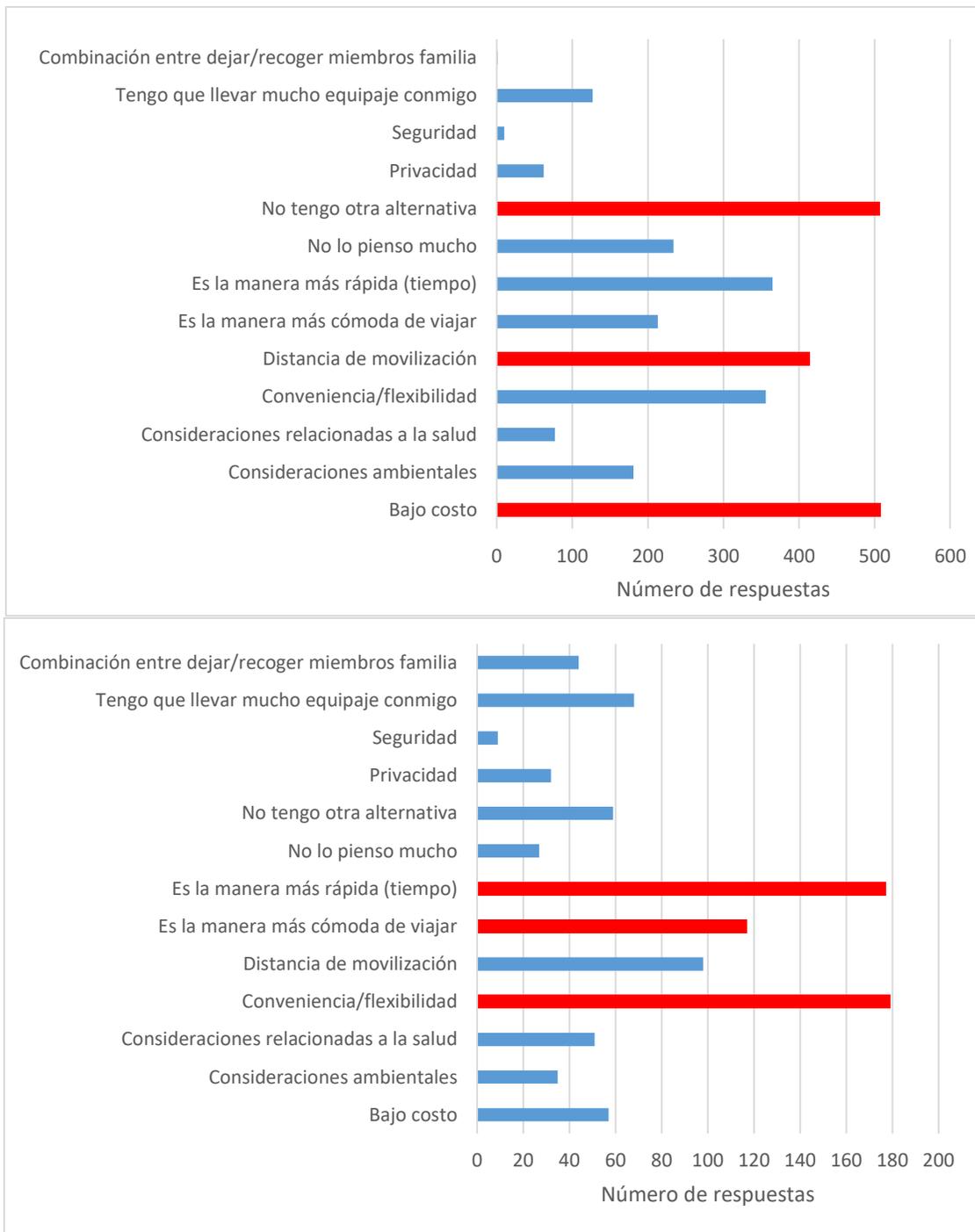


Figura 31. Motivos de selección del modo de transporte para movilizarse la distancia más larga hacia el campus central del TEC. Motivos de selección de estudiantes (imagen superior) y Motivos de selección de funcionarios (imagen inferior). Fuente: Encuesta de movilidad segundo semestre 2016

4.2.5 Satisfacción con transporte actual

El 56% de la población estudiada afirma sentirse satisfecha y muy satisfecha con la manera en la que se transporta para llegar al campus. El 84% de los funcionarios se siente satisfecho y muy satisfecho, mientras que solamente un 46% de los estudiantes corresponden a esa afirmación (Ver Figura 32). Por otro lado, el 63% de las personas que afirman sentirse muy satisfechas con su modo de movilización actual utilizan el vehículo privado para llegar al TEC y el 29% de las personas que se siente muy satisfechas se moviliza en bicicleta.

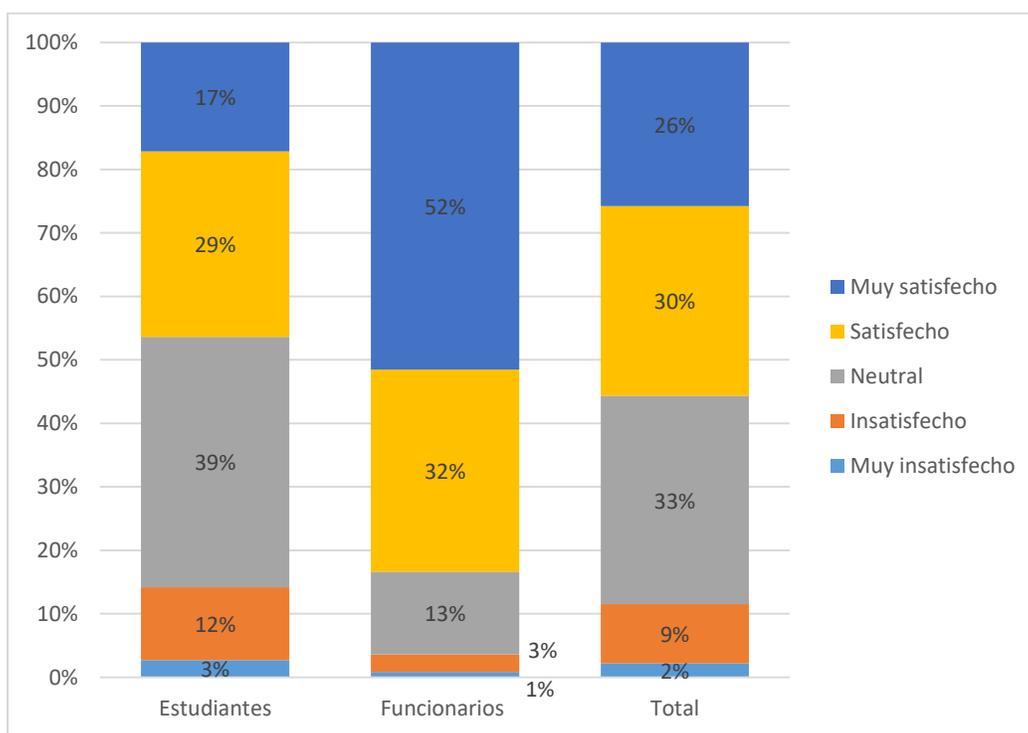


Figura 32. Satisfacción con los modos de movilización utilizados para movilizarse la distancia más larga hacia el campus central del TEC. Fuente: Encuesta de movilidad segundo semestre 2016

El 39% de los estudiantes indica que su grado de satisfacción con el transporte que utilizan para llegar a la institución es neutral. Es decir, no se sienten particularmente ni satisfechos ni insatisfechos. El 64% de estas personas se movilizan mediante autobús.

Solamente un 11% de toda la población estudiada afirma sentirse entre insatisfechos y muy insatisfechos, esta población en su mayoría corresponde a estudiantes. Por su parte, el 89% de las personas que se sienten entre insatisfechas y muy insatisfechas utilizan el autobús como medio de transporte para trasladarse la distancia más larga hasta el TEC. Es decir, el

transporte por medio de bus es el que genera la mayor insatisfacción entre la población del campus.

4.2.6 Disposición a viajar en otros modos

El 42% de la población total encuestada afirma que le gustaría movilizarse al campus central del TEC mediante modos motorizados. El 19% le gustaría moverse mediante carro o vehículo privado, el 19% por medio de Carpooling y 4% mediante motocicleta. Este comportamiento se presenta en su mayoría en los estudiantes, el 48% de los cuales afirma que le gustaría desplazarse en alguno de los 3 modos de modalidad motorizada mencionados anteriormente (ver figura 33).

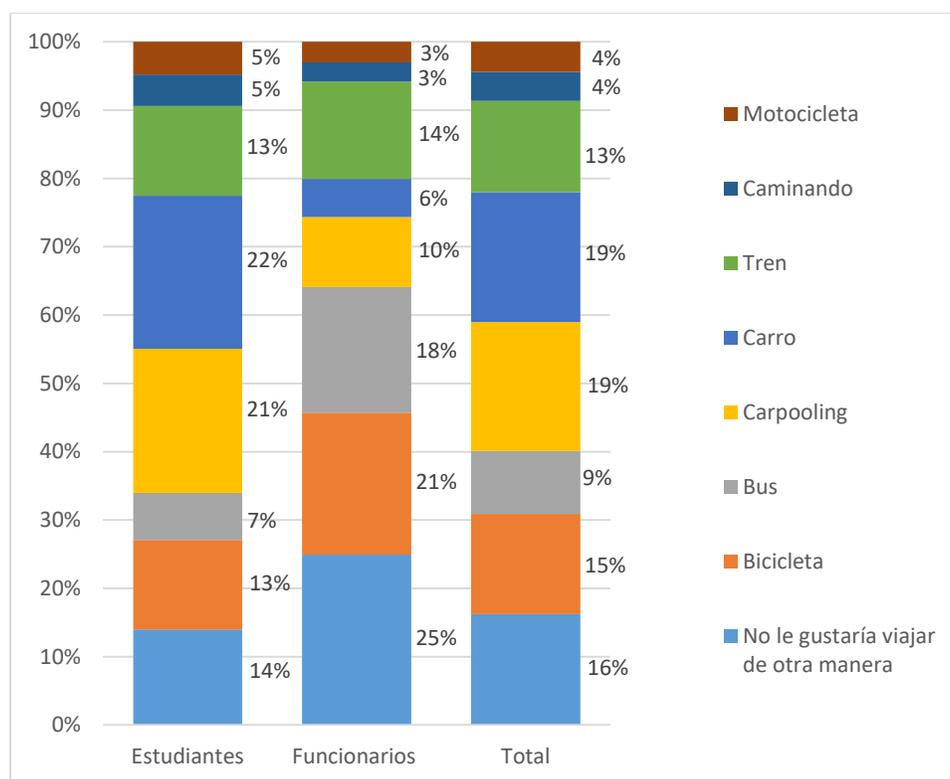


Figura 33. Modos alternativos en los que a los estudiantes y funcionarios del campus central del TEC les gustaría viajar. Fuente: Encuesta de movilidad segundo semestre 2016

El 69% de las personas que actualmente se mueven en bus, el 34% de las que se mueven en bicicleta y el 25% de las que caminan al TEC les gustaría moverse mediante modos motorizados. Es decir, muchas de las personas que actualmente se movilizan mediante modos sostenibles les gustaría cambiar a modos insostenibles.

Aun así, un 19% de la población afirma que le gustaría movilizarse mediante modos no motorizados. Por ejemplo, un 13% de los estudiantes y un 21% de los funcionarios les gustaría movilizarse mediante bicicleta. Así, actualmente existen 1730 usuarios potenciales de la bicicleta como medio de movilización.

En el caso de la población de funcionarios, se identifica una gran oportunidad de cambio de movilización hacia modos más sostenibles, pues el 18% de estos afirma que les gustaría movilizarse mediante autobús.

Los tres principales motivos por los cuales los estudiantes no utilizan el modo de transporte en el que les gustaría viajar son “costos más altos”, como primer motivo seleccionado, posteriormente “desconocimientos de personas con las cuales poder realizar viajes en Carpooling” y “poca flexibilidad de horario”. El 36% de los estudiantes que considera el motivo “costos altos” como razón para no movilizarse en el modo que le gustaría, preferiría transportarse en vehículo privado (ver figura 34).

En el caso de los funcionarios el principal motivo por el cual no utilizan los modos que les gustaría corresponde a la “poca flexibilidad de horario”. Muchos de los funcionarios mencionaron que tienen la responsabilidad de transportar a familiares, además, se menciona que las “condiciones climáticas” les afectarían y también que en el modo alterno de movilización se aumentaría el tiempo de viaje.

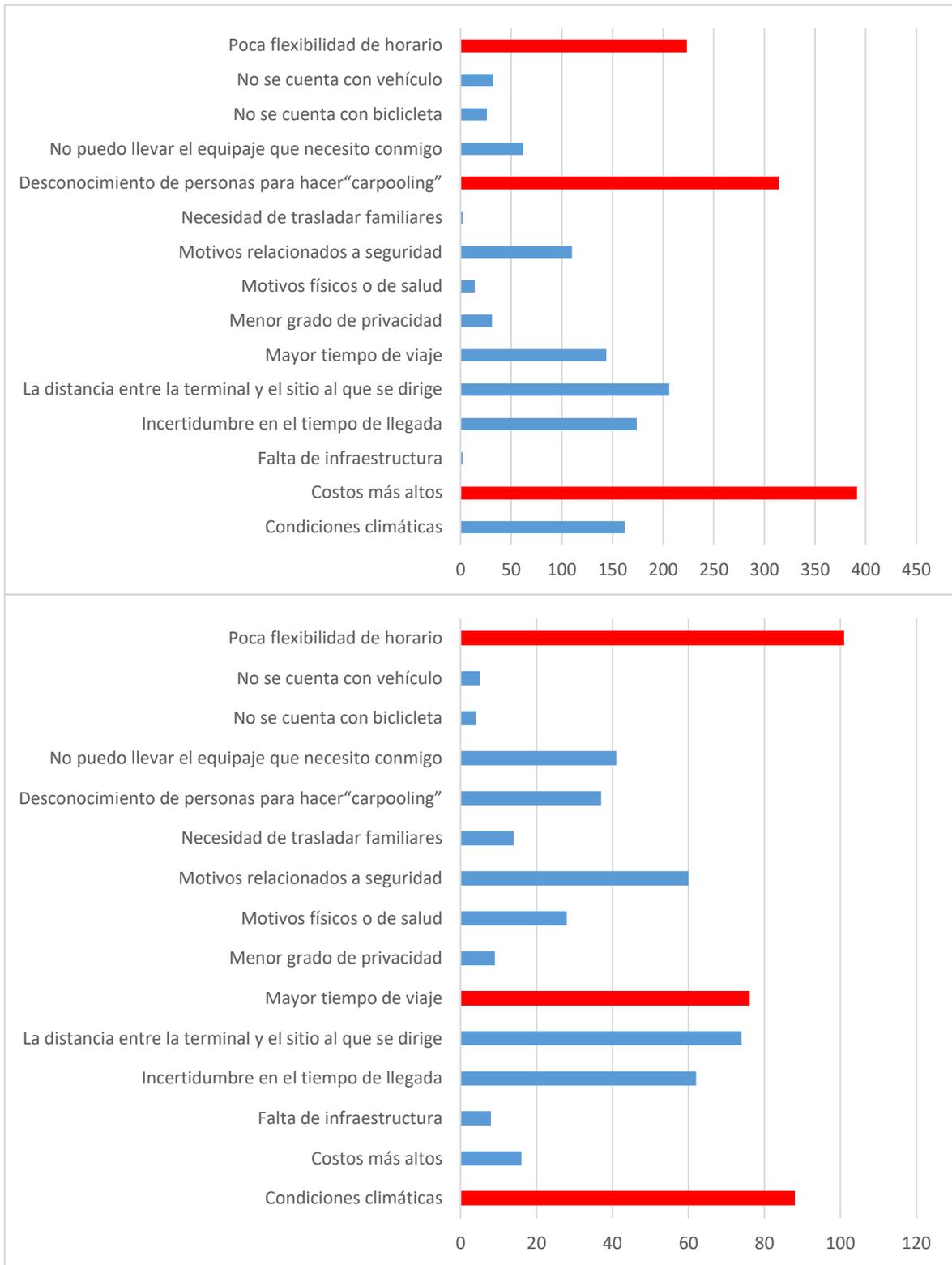


Figura 34. Motivos por los que los funcionarios y estudiantes no se movilizan en el modo que les gustaría viajar. Motivos de estudiantes (imagen superior) Motivos de funcionarios (imagen inferior). Fuente: Encuesta de movilidad segundo semestre 2016.

Por otro lado es bastante probable que una gran parte de la población del campus tenga acceso a manejar un vehículo en el corto plazo. El 54% de las personas encuestadas afirman que en el transcurso de los 12 meses próximos a la realización a la encuesta es muy probable y probable que tengan acceso a manejar un vehículo (ver figura 35). Como se mencionó anteriormente, actualmente solamente el 31% de la población declara movilizarse en vehículo privado la distancia más larga del viaje a la institución. Por tanto, de no tomar medidas para mejorar las condiciones de la movilidad no motorizada y del transporte público al campus hay una probabilidad real de que la proporción de la movilidad motorizada aumente.

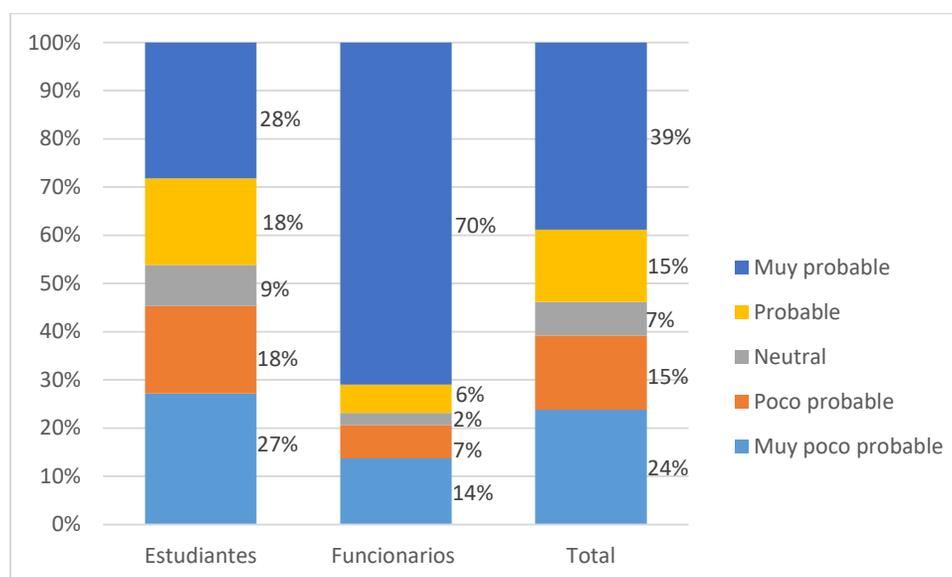


Figura 35. Probabilidad de tener acceso a conducir un vehículo en los próximos 12 meses. Fuente: Encuesta de Movilidad 2016

4.2.7 Origen y tiempo de los viajes

El 66% de los viajes que se realizan para llegar al TEC se originan en la provincia de Cartago y el 27% en la provincia de San José (ver cuadro 21). Estas dos provincias juntas reúnen el 93% del origen de los viajes de los estudiantes y funcionarios que se dirigen al TEC.

Por su parte el 78% de los funcionarios inicia su viaje desde Cartago, en el caso de los estudiantes, el 62% inicia su viaje desde Cartago.

Así, con el fin de abarcar la mayor cantidad de población de la manera más eficiente se decide centrar el análisis y por ende las recomendaciones posteriores en los viajes que se originan desde la provincia de Cartago y desde San José.

Cuadro 21. Provincia de origen de los viajes que se dirigen hacia el campus central del Instituto Tecnológico de Costa

Provincia	Estudiantes	Funcionarios	Total
Alajuela	3%	1%	2%
Cartago	62%	78%	66%
Heredia	6%	4%	5%
Limón	0%	0%	0%
Puntarenas	0%	0%	0%
San José	29%	18%	27%

La mayoría de los viajes con origen en la provincia de Cartago salen del cantón central de Cartago (ver figura 36), de los cuales a su vez un 60% se inician puntualmente en los distritos centrales del cantón de Cartago: Occidental y Oriental (ver figura 37). Es decir, el 25% del total de los viajes con destino al TEC se produce en un radio de 4 km alrededor del TEC.

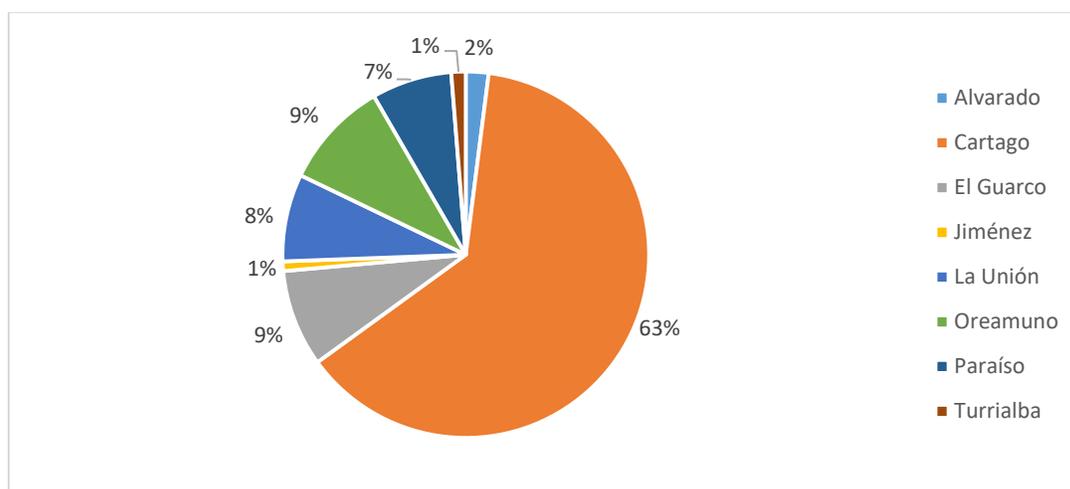


Figura 36. Cantón de origen de los viajes de estudiantes y funcionarios con origen en la provincia de Cartago.
Fuente: Encuesta de movilidad segundo semestre 2016

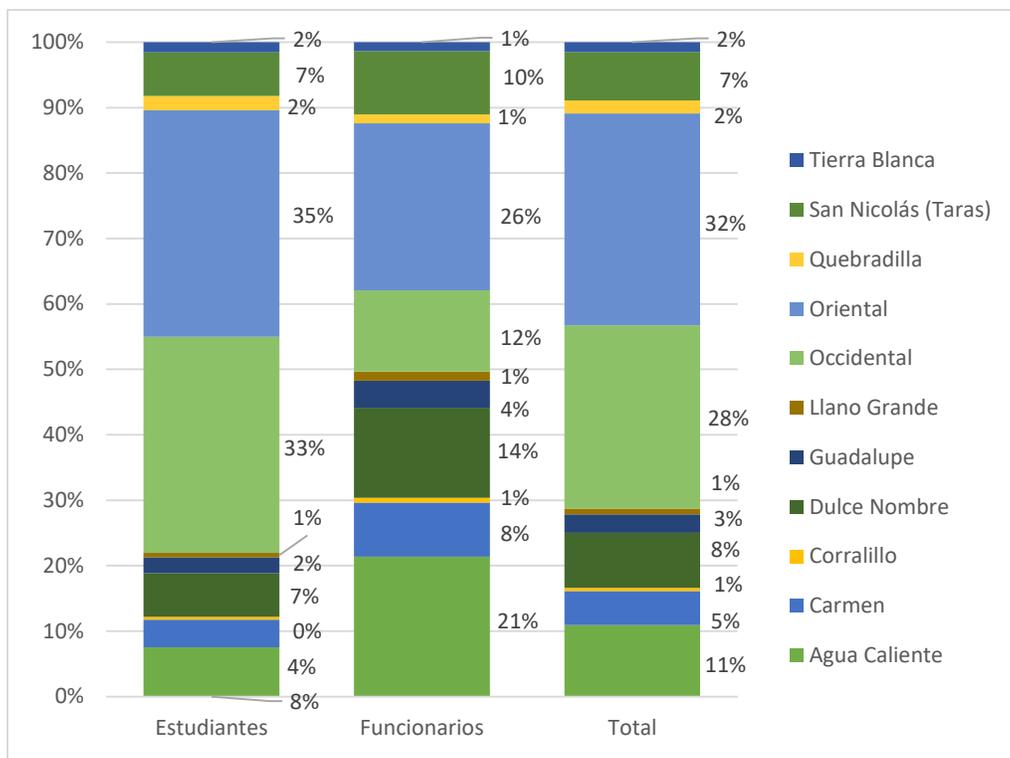


Figura 37. Distrito de origen de los viajes de estudiantes y funcionarios con origen en el cantón Central de Cartago. Fuente Encuesta de movilidad segundo semestre 2016

Según los datos de la encuesta de movilidad 2016, alrededor del 52% de la población que vive en los distritos occidentales y orientales se movilizan al TEC caminando, el 17% lo hace en bus, 16% en bicicleta y por último un 14% mediante vehículo privado. Es decir, gran parte de la población que vive en las proximidades al TEC se moviliza en modos sostenibles, pero aún hay un porcentaje importante de personas que vive cerca de la institución que se moviliza en vehículo privado.

Con respecto a la provincia de San José no se observa una concentración de viajes tan marcada como en el caso de Cartago. Los cantones que originan la mayor cantidad de viajes al TEC son, en orden descendiente, San José, Curridabat, Desamparados y Montes de Oca. En conjunto estos cuatro cantones aglomeran el 64% de los viajes de la Provincia de San José, lo cual representa el 17% del total de los viajes al TEC. Por su parte el 60% de las personas que se movilizan desde este sector utilizan el bus como transporte para movilizarse la distancia más larga del recorrido al TEC, mientras que el 37% se moviliza en vehículo privado.

El 27% del total de las personas encuestadas declararon que tardan menos de 15 minutos llegando al campus y el 23% entre 15 y 30 minutos. Así, el 50% de la población del TEC tarda 30 minutos o menos llegando al campus. Se observa que este fragmento de la población es en el cual se registra una mayor movilización mediante modos no motorizados (ver figura 38).

Un 23% de la población tarda más de 60 minutos llegando al campus. El 62% de estas personas habitan en cantones de San José, 20% en Heredia, el 10% en Cartago, el 7% en Alajuela y un 1% en Limón. En su gran mayoría se movilizan mediante autobús (Ver figura 38). Además, el 89% de las personas que tardan más de 90 minutos llegando al campus son estudiantes.

El autobús es utilizado para movilizarse desde distancias cortas, medias y largas, pues los tiempos declarados son sumamente variados. En el caso del vehículo privado, se determina que según los tiempos declarados (ver Figura 38), se utiliza en su mayoría para desplazamientos cortos y medios, sin embargo, como se mostrará en secciones posteriores muchos de estos viajes podrían modificarse a transporte no motorizado si se brindan las condiciones y servicios adecuados para la población.

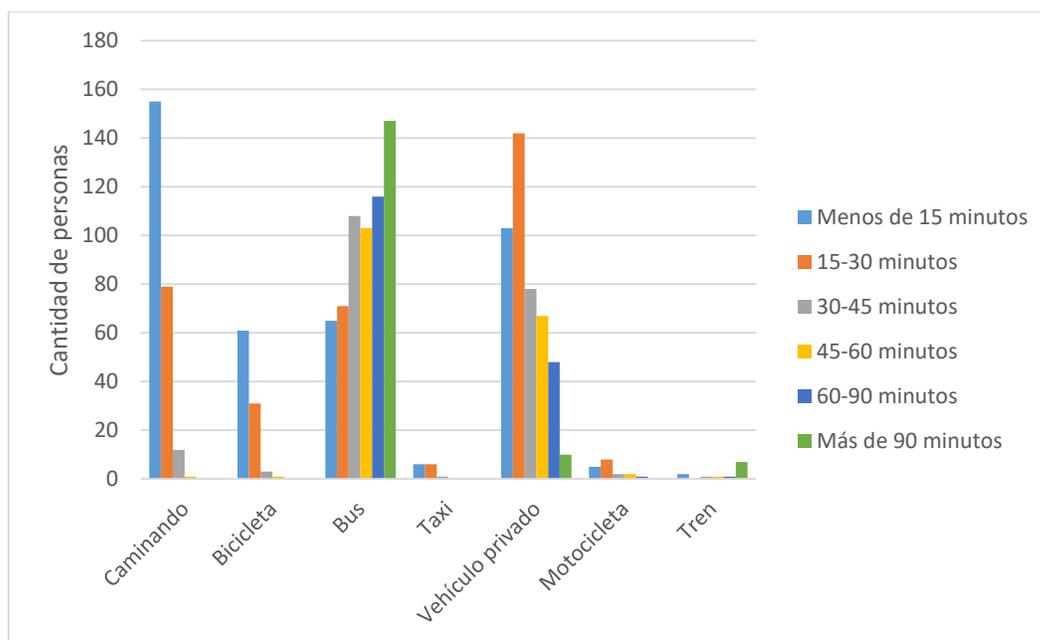


Figura 38. Tiempo declarado en llegar a la institución asociado con los modos seleccionados para movilizarse la distancia más larga. Fuente Encuesta de movilidad segundo semestre 2016

4.2.8 Retos y oportunidades

- Las movilizaciones totales de entrada y salida del campus tienen un patrón con poca variación entre los días de la semana y que se ajusta a los horarios de lecciones, además, conforme avanza el semestre la cantidad total de movilizaciones disminuye, pero se mantiene el patrón de movilización. El identificar un patrón de movilización representa una oportunidad pues permite enfocar de una mejor manera las acciones que se planifiquen implementar con el fin de mejorar la movilidad.
- El acceso principal es crítico para la movilización tanto motorizada como no motorizada, pues el 68% de todas las movilizaciones registradas se realizaron a través de este acceso, o bien el 47% del total de las movilizaciones no motorizadas y el 93% de las motorizadas registradas durante la semana 3
- Se calcula que cantidad neta de funcionarios y estudiantes que viene el TEC en vehículo privado es similar, más en proporción el 72% de los funcionarios encuestados declaran asistir en vehículo y solo el 17% de los estudiantes que declaran movilizarse de esta manera.
- La mayor parte de la población declara movilizarse al TEC mediante bus y caminando, es decir, actualmente se cuenta con una población robusta con prácticas sostenibles.
- El 52% de los estudiantes declaran movilizarse mediante autobús, este es el modo de movilización que más genera insatisfacción y el que selecciona la mayor parte de las personas que elige su modo basado principalmente en el costo. Por tanto, es crucial que la institución procure ofrecer un transporte de calidad. De esta manera se les dan más oportunidades a las personas de menos recursos, además se previene una posible deserción del TEC y más allá de esto, es una responsabilidad de la institución en términos de justicia social.
- A un 42% de la población le gustaría viajar en modos de transporte motorizados, muchas de estas personas se movilizan actualmente en modos sostenibles (caminar, bicicleta y transporte público). Por tanto, es esencial que la institución no solo concentre sus políticas y proyectos en promover el cambio hacia modos sostenibles, sino también en mejorar la calidad del viaje de las personas que ya se movilizan de manera sostenible, de manera tal que estos elijan éstos modos no porque no tengan elección, sino porque les parece la mejor opción.

- Es probable que un 54% de las personas encuestadas tengan acceso a manejar un vehículo en los 12 meses posteriores a la aplicación de la encuesta. Por tanto, de no tomar medidas para mejorar las condiciones de la movilidad no motorizada y del transporte público al campus hay una probabilidad real de que la proporción de la movilidad motorizada aumente.
- La mayoría de los viajes al TEC se originan en dos zonas geográficas: la provincia de Cartago y en la Provincia de San José. Esto facilita los procesos de planificación de soluciones de transporte colectivo y además, facilita la posibilidad de realizar conexiones entre personas para hacer carpooling.
- El 25% del total de los viajes con destino al TEC se origina en un radio de 4 km alrededor del campus. Esto representa una gran oportunidad para promover la movilidad no motorizada en los viajes al TEC, pues se ha registrado que normalmente las personas están dispuestas a caminar un máximo de 800 metros y a movilizarse en bicicleta hasta 4 km para llegar a un destino (U.S Department of Housing and Urban Development, 2016).

4.3 DESPLAZAMIENTO EN VEHÍCULO PRIVADO

El campus cuenta con tres entradas para vehículos: el acceso principal, el acceso ubicado en la Escuela de Ingeniería Forestal y el acceso ubicado atrás del CEQIATEC, aunque solamente dos salidas. En la figura 39 se muestra la ubicación de los accesos vehiculares, es importante resaltar que el acceso vehicular “carga pesada” descrito en el mapa es el que en el presente trabajo se denomina “portón detrás de CEQIATEC”. Del momento de la toma de datos a la fecha la función de este acceso se reestructuró de manera tal que ahora funciona como una entrada exclusiva para funcionarios y estudiantes con carné, más no está adecuada para la salida de vehículos ni para el movimiento de peatones o ciclistas. Además, el acceso vehicular sector sur corresponde al acceso denominado “Escuela de Ingeniería Forestal” en el trabajo.

Las instalaciones del campus se encuentran rodeadas por un anillo vehicular interno, el cual está sin concluir hasta la fecha. La fracción de éste que está en operación es la rotulada con el nombre de “calle primaria” en la figura 39 y marcada con color naranja. Con la infraestructura actual se forma un pequeño anillo vehicular que corta al campus en dos y del cual se desprenden dos calles que no se conectan entre sí. Esto produce que justo en medio del campus, espacio dominado por peatones, se genere una zona de circulación constante de vehículos en una calle con pendiente. Lo anterior representa una condición de peligro para la mayoría de los usuarios del campus y complica el flujo vehicular.

Al hacer un balance de los datos recolectados en los aforos vehiculares de la semana 3 del segundo semestre 2016, se identificó que el 93% de todas las entradas y salidas de personas en vehículos de la semana se concentran en la entrada principal. Por su parte, en la hora pico de 7 am a 8 am, el 80% de las personas que se movilizan en vehículos ingresan por la entrada principal, el 12% entra por la acceso detrás de CEQIATEC y solamente el 8% por el acceso localizado en la escuela de Ingeniería Forestal. Así, el acceso ubicado en la Escuela de Ingeniería Forestal es la entrada al campus central del TEC menos utilizada por personas en vehículos, a pesar de tener buenas condiciones para el acceso vehicular (ver cuadro 17).



Figura 39. Mapa de vialidad y parques del campus central del TEC. Fuente: (Oficina de Ingeniería, 2016a)

4.3.1 Movilización de vehículos al campus

Por semana, en el TEC se registran 30 529 movilizaciones de vehículos, de las cuales 16 015 corresponden a movimientos de entradas de vehículos al campus y el restante a salidas. En este conteo de vehículos se incluyeron todos los vehículos que pudieran hacer uso de la vialidad campus: vehículos privados, motocicletas, taxis, vehículos de carga, buses y busetas. El 82% del total de las movilizaciones registradas de vehículos corresponde a vehículos privados (ver figura 40).

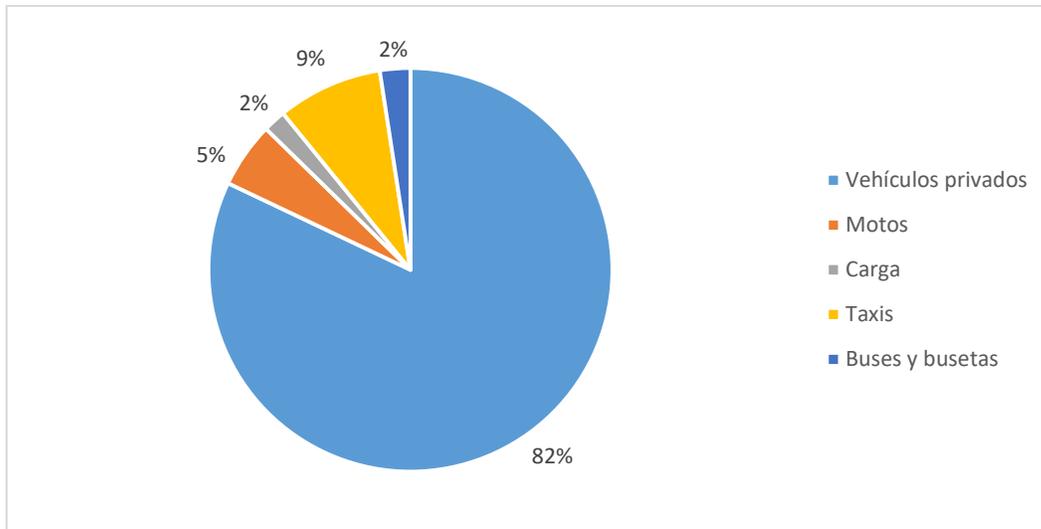


Figura 40. Proporción de los tipos de vehículo registrados durante los aforos de la semana 3 del segundo semestre 2016.

Por otro lado, el día en el cual se registra mayor movilización de vehículos corresponde al viernes, se registraron 3 538 entradas y 3 026 salidas. La cantidad de movilizaciones en vehículo privado del viernes es un 15% más alta que el lunes, día en cual se registra la menor cantidad de movilización. Es decir, la movilización de entrada de vehículos tiene poca variabilidad en los días de la semana analizada (ver figura 41) y, con excepción del lunes, se mantiene una entrada total de vehículos de al menos 3000 por día.

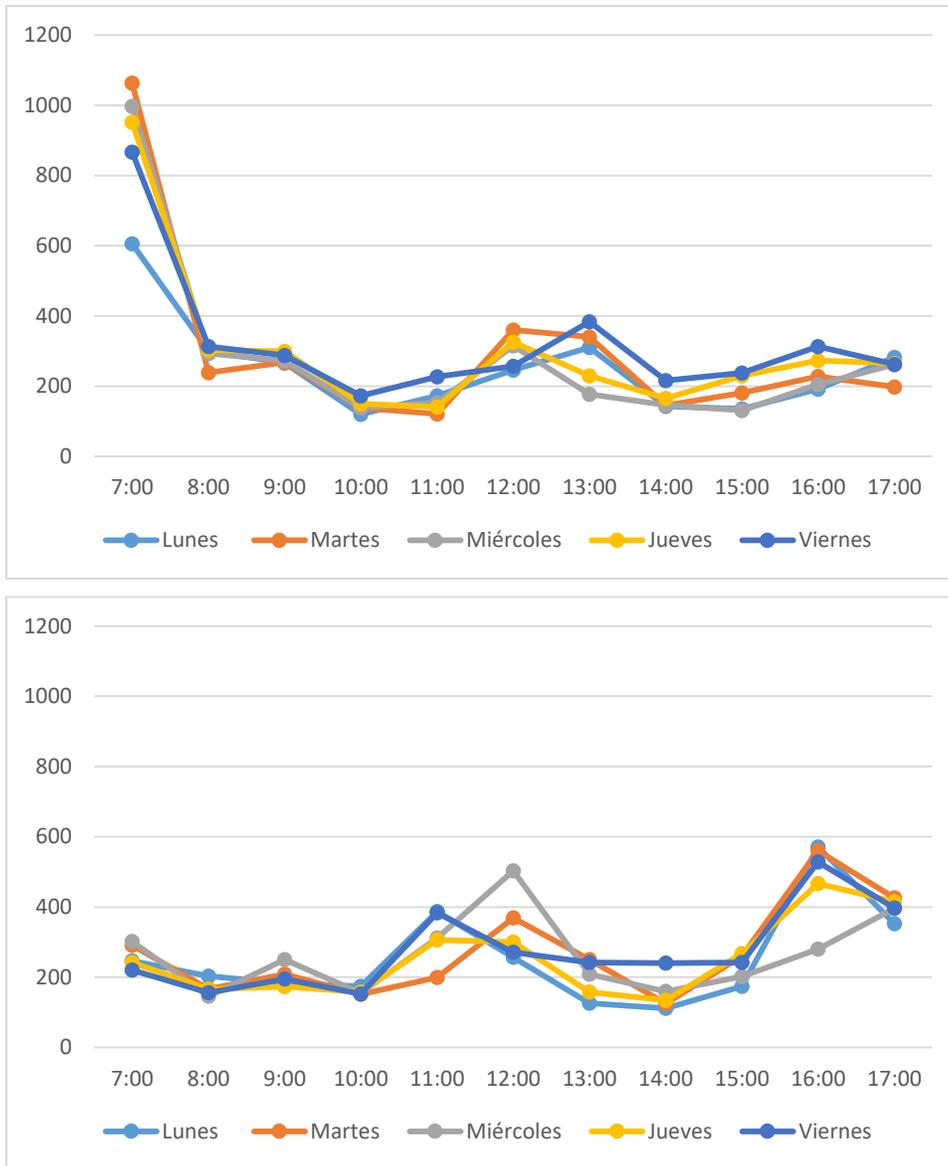


Figura 41. Flujo horario de la movilización de vehículos por día en todos los accesos al campus central del TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016, según el flujo de entrada (gráfico superior) y de salida (gráfico inferior).

Haciendo un balance promedio de las entradas y salidas de vehículos los días de la semana registrados en el campus, se determinó que, en promedio, la cantidad de vehículos que ingresan en la hora pico de 7 am a 8 am se mantienen dentro del campus hasta el final de la tarde (ver figura 42). En condiciones mínimas, en el campus permanecen alrededor de 512 vehículos y en condiciones máximas horarias alrededor de 918 vehículos. Es decir, la infraestructura del campus debe ser capaz de albergar al menos 918 vehículos a la vez

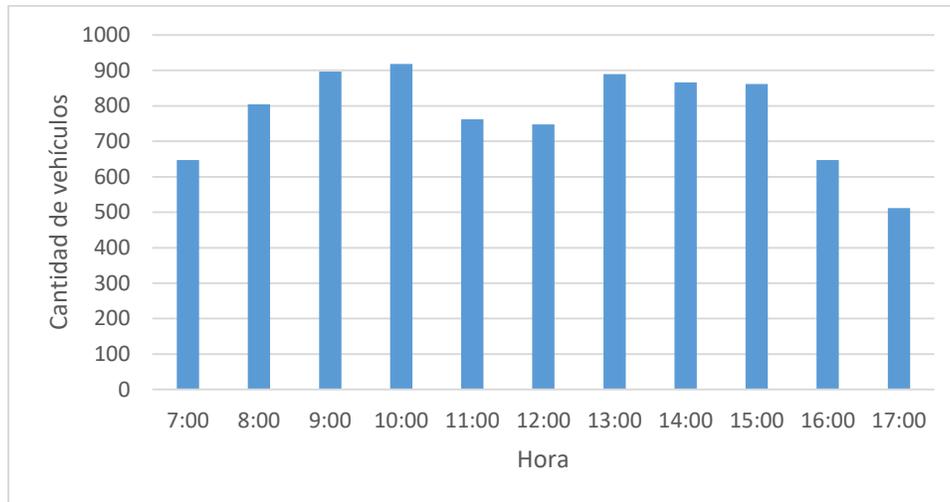


Figura 42. Balance semanal de entradas y salida promedio de los aforos vehiculares realizados durante la semana 3 del segundo semestre 2016.

El martes de 7 am a 8 am (ver figura 41) se registró la hora pico de movilizaciones de mayor intensidad de la semana, teniendo la entrada del 27% de los vehículos, los cuales corresponden a 1063 vehículos.

Por medio de los datos del segundo aforo, se identificó que el momento de uso más intensivo de entrada de vehículos es de 7:20 am a 7:40 am, momento en el cual la cantidad de vehículos que se encuentran entrando llega hasta a duplicar la cantidad de vehículos que entraron en el periodo anterior, 7:00 am a 7:20 am y se reduce hasta un tercio de esa cantidad en el periodo siguiente, 7:40 am a 8:00 am (ver figura 43).

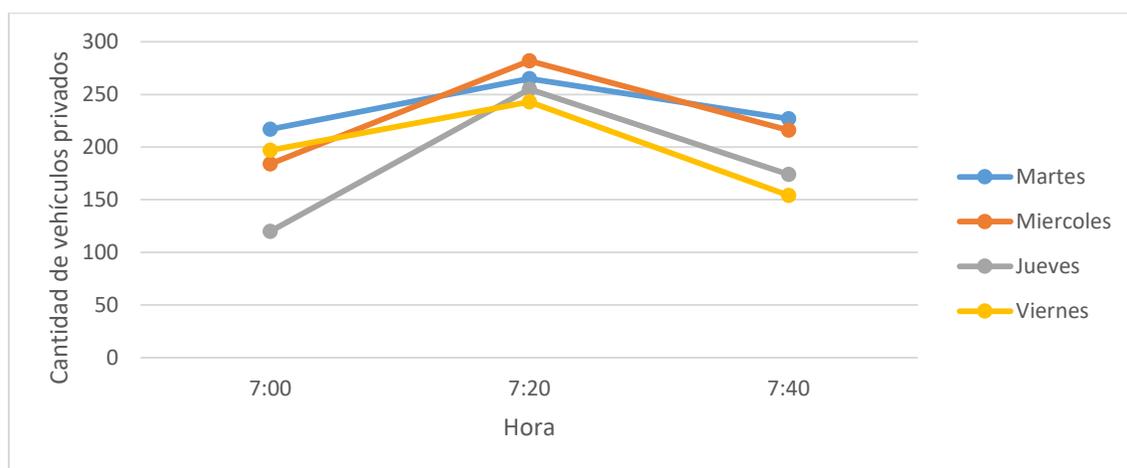


Figura 43. Cantidad de vehículos registrados en la hora de pico de 7 am a 8 am de la semana 13 del segundo semestre 2016.

El 40% de todas las movilizaciones de personas registradas se realizaron en vehículo (para este cálculo se excluyeron las movilizaciones realizadas en transporte público colectivo). Un 34% se realizaron en autos privados. Por su parte, el 41% de todas las personas encuestadas declararon que ocasionalmente y siempre utilizar el vehículo para movilizarse al TEC. Así, las proporciones de utilización de vehículo privado coinciden en ambas fuentes de información.

Por tanto, después de la movilización caminando, el vehículo privado es el modo de movilización más utilizado por las personas para ingresar y salir del campus central de TEC.

4.3.2 Ocupación de los vehículos

La ocupación promedio de los vehículos privados que ingresan y salen del TEC es de 1,3 personas por vehículo. Por su parte, la ocupación de los vehículos que entran al campus y los que salen de éste sigue dos comportamientos ligeramente diferentes. Los vehículos privados de entrada mantienen una ocupación de alrededor 1,3 personas por vehículo desde las 7:00 hasta las 15:00, hora en la cual el promedio cae a 1,1. Las salidas siguen un comportamiento complementario, inician a las 7:00 con una ocupación cercana a 1,1, y continúan aumentando hasta las 11:00, hora en la cual la ocupación es cercana a 1,4. Posteriormente a 16:00 se logra alcanzar de nuevo la ocupación de 1,4 (ver figura 44).

Tanto en las horas pico de entrada como de salida la ocupación aumenta, pero en las de salida la ocupación es ligeramente más alta que en las de entrada, es decir, a los dueños de vehículos les es más fácil ponerse de acuerdo con otras personas en el campus y llevarlas a la salida de la institución.

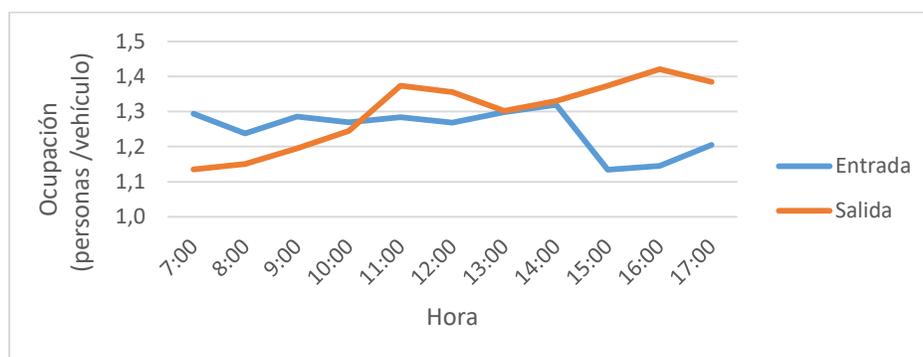


Figura 44. Ocupación horaria promedio registrada en los vehículos privados registrados la semana 3 del segundo semestre 2016.

La forma en que las personas se movilizan en vehículos privados es bastante ineficiente. Los vehículos en promedio tienen la capacidad de movilizar a 5 personas, pero en ninguna de las horas registradas se está alcanzando ni siquiera una ocupación promedio que supere la mínima capacidad del vehículo.

4.3.3 Origen de los viajes en vehículo privado

El 63% de los viajes en vehículo privado se originan en la provincia de Cartago (ver figura 45). De estos, el 55% tienen inicio en el cantón central del Cartago (ver figura 46). Es decir el 31% de las personas que declararon que se la distancia más larga del viaje para llegar al TEC la realizan en vehículo inician su viaje en un radio de 15 km a la redonda del TEC.

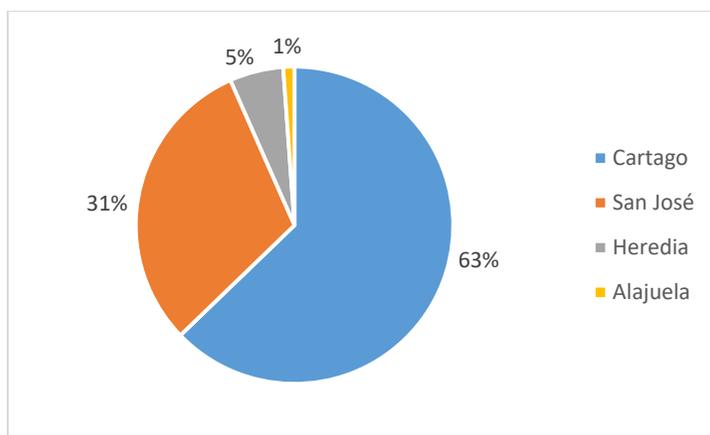


Figura 45. Provincia origen de los viajes en vehículo privado hacia el campus central del TEC. Fuente: encuesta de movilidad 2016

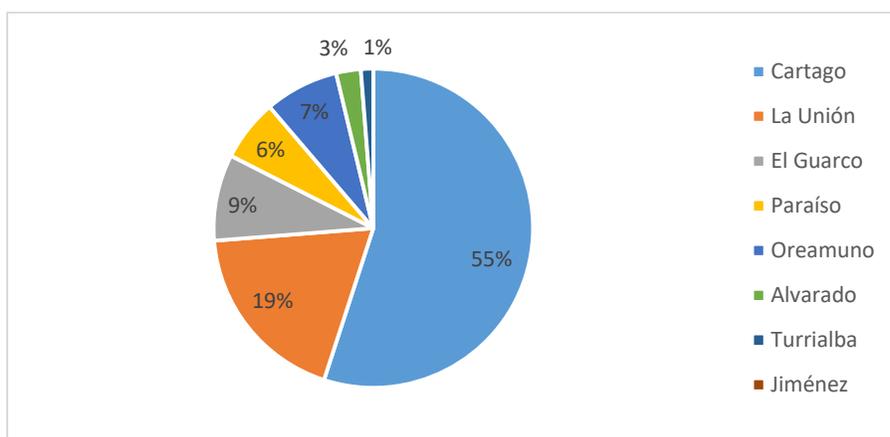


Figura 46. Cantones que dan origen a los viajes de la provincia de Cartago en vehículo privado hacia el campus central del TEC. Fuente: encuesta de movilidad 2016

Así mismo, el 31% de los viajes declarados en vehículo privado tienen origen en la provincia de San José, más no se identificó un cantón predominante. El sector este de San José (Curridabat, Montes de Oca y San José cantón central) reúne el 54% de las movilizaciones en vehículo privado de la provincia. Los cantones Vázquez de Coronado, Moravia y Goicoechea constituyen para el presente trabajo el sector noreste, el cuál agrupa el 18%, de las movilizaciones. Desamparados, con el 19% de los viajes, por su ubicación y funcionalidad se clasifica como un solo sector ubicado al sureste de San José (ver figura 47). En conclusión, el 91% de los viajes en vehículo privado se origina en el este de San José.

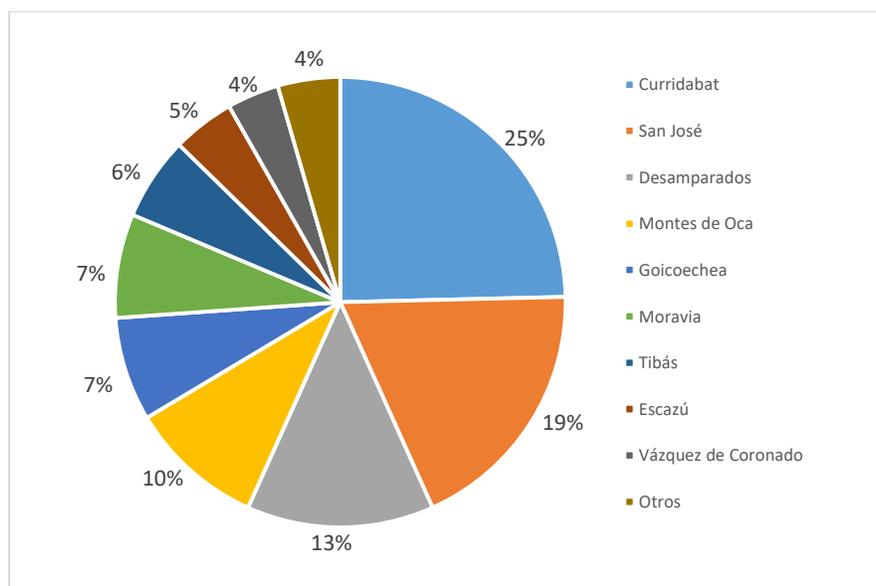


Figura 47. Cantones que dan origen a los viajes de la provincia de San José en vehículo privado hacia el campus central del TEC. Fuente: encuesta de movilidad 2016

4.3.4 Parques de vehículos

Según los datos recolectados el día 21 de Febrero del 2017, martes de semana 3 del primer semestre 2017, el campus cuenta con 1042 espacios de parqueo. En la figura 39 se observan marcados en verde los principales parqueos de la institución, vale la pena aclarar que este mapa no incluye todos los parqueos contabilizados en la observación, pues el mapa se elaboró en el 2016.

Actualmente no existe un dato claro sobre la totalidad de espacios de parqueos de la institución pues está en constante cambio. En el cuadro 22 se listan la cantidad de espacios de parqueos registrados en el campus central del TEC por diferentes fuentes en un espacio temporal de 1 año. Según las fuentes registradas entre el II semestre del 2016 y el II semestre

del 2017 la institución ha aumentado en 122 espacios de parqueo. No se logró conseguir información respecto a la pérdida del área verde que esto ocasionó en el campus, tampoco se logró encontrar el dato del área de la institución que está cubierta por parqueos.

Cuadro 22. Espacios de parqueo del campus registral del TEC registrados en varios momentos.

Espacios de parqueo registrados	Momento temporal	Fuente
1036	II semestre 2016	Unidad de Seguridad y vigilancia
1042	I semestre 2017 Febrero	Observación propia
1103	I semestre 2017 Abril	Oficina de Ingeniería
1158	II semestre 2017	Unidad de Seguridad y vigilancia

El número de espacios de parqueos está próximo a aumentar debido a la habilitación de otros que se construyen junto con la infraestructura financiada con fondos del Banco Mundial. No se tiene claridad sobre el número exacto de parqueos que éstos añadirá al total del campus.

Además, según Saúl Fernández, director de la Oficina de Ingeniería del TEC, los planes de la institución en términos de vialidad y parqueos, hasta el momento, consisten en terminar el anillo de movilización interno, en construir varios parqueos de dos o tres pisos distribuidos por el campus y adecuar el acceso del gimnasio a una entrada vehicular.

En la figura 48 se presenta un mapa con el anillo vehicular previsto, con los posibles edificios de parqueo marcados en color verde agua y los parqueos a nivel del suelo marcados en amarillo una vez que se concluya la infraestructura construida con fondos del Banco Mundial. No se tiene claro cuántos espacios de parqueo se podrían adicionar con esta infraestructura. Además, vale la pena aclarar que la información de la figura 48 aún se encuentra en calidad de borrador.

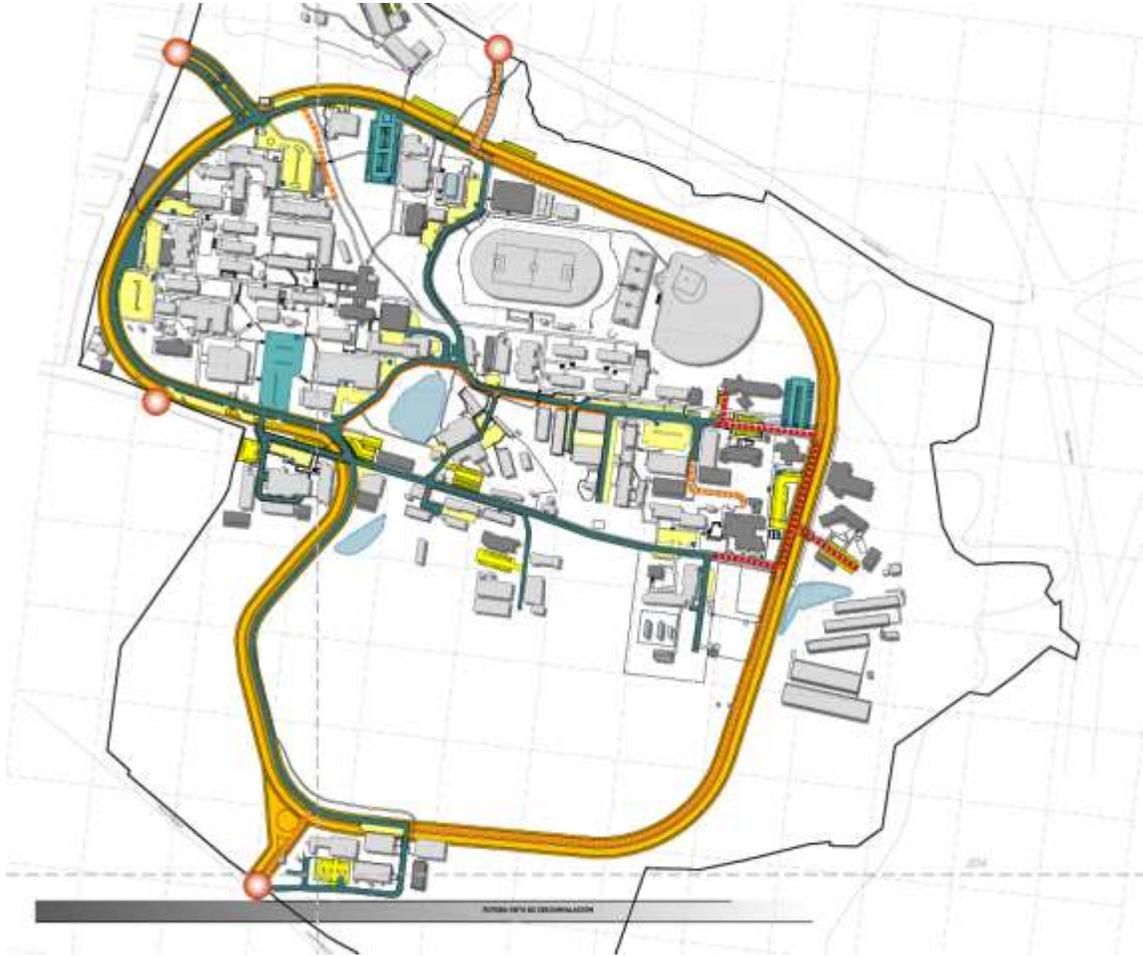


Figura 48. Mapa de la vialidad y parqueos futura del campus central del TEC. Fuente: (Oficina de Ingeniería, 2016b)

En el Anexo 5 se puede encontrar la hoja con el detalle de los parqueos contabilizados, así como la ocupación registrada en el momento de la observación. El Anexo 6 incluye la lista más reciente de parqueos de seguridad y vigilancia.

Durante el muestreo se determinó que la ocupación promedio de los parqueos del campus central del TEC es de 90%, es decir, el campus tiene normalmente ocupados 938 espacios de los 1042 disponibles en ese momento. El muestreo de ocupación se realizó en dos periodos, entre las 9 am y las 11:30 am y entre las 2:30 pm y las 3:30 pm, se seleccionaron estas horas pues con el balance de vehículos de la figura 42 se identificó que estas son las horas en las que hay más vehículos dentro de la institución.

Se encontraron 97 vehículos mal estacionados, en su mayoría en zonas verdes, a la orilla de calles dificultando el tránsito vehicular o inclusive sobre aceras interrumpiendo el

movimiento peatonal (ver figura 49). Los vehículos mal parqueados se concentran en áreas con edificios de alto uso en las que el parqueo oficial tiene una altísima ocupación. Se identificaron las siguientes áreas como focos de vehículos mal parqueados:

- Zona verde frente al Centro de las Artes
- Alrededor de la Escuela de Producción Industrial y Escuela de Materiales
- Alrededor de Ciencias del Lenguaje

La institución cuenta con un oficial de tránsito el cual aplica la ley de tránsito de Costa Rica dentro del campus. El mismo durante el 2017 ha trabajado por disminuir el estacionamiento de vehículos en zonas ilegales, por lo cual es probable que la cantidad de vehículos mal estacionados haya disminuido en el último semestre.



Figura 49. Vehículos mal estacionados encontrados durante la observación

Por otro lado, el 78% de las personas que afirman asistir en vehículo al TEC tardan 10 minutos o menos en encontrar un espacio para estacionar su vehículo. La mayor parte de los funcionarios encuentran espacio inmediatamente, en contraposición con los estudiantes, quienes en su mayoría afirman que tardan entre 5 y 10 minutos en encontrar uno (ver figura 50). Solamente el 4% de la población tarda más de 20 minutos en encontrar un espacio para parquear su vehículo. Por tanto, el nivel de acceso a estacionamiento se considera bueno.

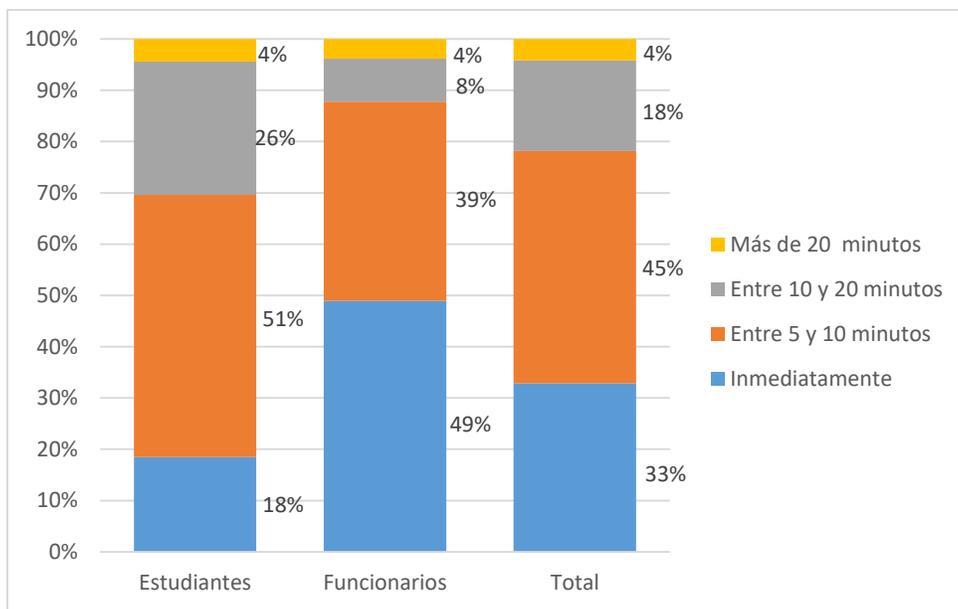


Figura 50. Tiempo declarado que tardan las personas en encontrar espacio para estacionar su vehículo dentro del campus. Fuente: encuesta de movilidad 2016

Con respecto a la satisfacción de la población con la calidad de las instalaciones de los parqueos la percepción se encuentra dividida. El 38% de la población afirma sentirse entre satisfechos y muy satisfechos, el 31% tiene una percepción neutral y el 31% entre insatisfecho y muy insatisfecho (ver figura 51). Los estudiantes son los que muestran el mayor descontento con la calidad de las instalaciones de parqueos, el 38% de estos afirman sentirse entre insatisfechos y muy insatisfechos.

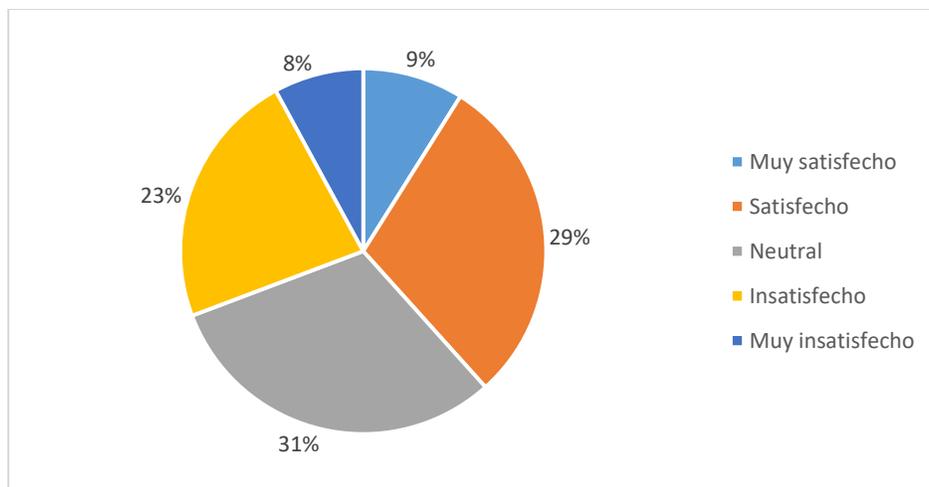


Figura 51. Satisfacción de estudiantes y funcionarios con la calidad y nivel de servicio de los estacionamientos dentro del campus central del TEC. Fuente: encuesta de movilidad 2016

El principal motivo que genera insatisfacción entre los usuarios es la falta de espacios de parqueo, el 71% de las personas que afirmaron que se sienten insatisfechos y muy insatisfechos por este motivo, además el 8% de la población insatisfecha apuntan que específicamente les es difícil encontrar espacios de parqueo cerca de su oficina o sitio de lecciones. Pero, según los datos registrados la ocupación de los parqueos es de 90%, es decir, aunque la utilización sea bastante alta en el campus aún cuenta con espacios disponibles la mayoría del tiempo. Por tanto, el principal motivo que genera insatisfacción no es la falta de espacio neto en el campus, sino la falta de espacio cerca de los sitios de mayor utilización.

Se menciona como otros motivos de insatisfacción la mala condición de la infraestructura, principalmente se considera que estos se inundan con facilidad y que los parqueos con piso de piedras generan problemas, además de fallos en los sistemas de agujas.

4.3.5 Carro compartido

El 61% de la población del TEC afirma que utilizaría una plataforma de Carpooling o carro compartido propia de la institución. Un 32% respondió que “tal vez” utilizaría una plataforma de este tipo. Es decir, casi la totalidad de la población encuestada estaría dispuesta a considerar utilizar una plataforma para compartir viajes en vehículos privados hacia y desde el TEC con personas de la comunidad estudiantil (ver figura 52).

Por tanto, el desarrollo de una plataforma para la coordinación de viajes compartidos en vehículo entre estudiantes y funcionarios es una opción real con una posible buena acogida. Esta es una buena opción para aumentar la ocupación de los vehículos que ingresan al TEC y también para disminuir la cantidad de vehículos que se movilizan por la institución y que exigen recursos.

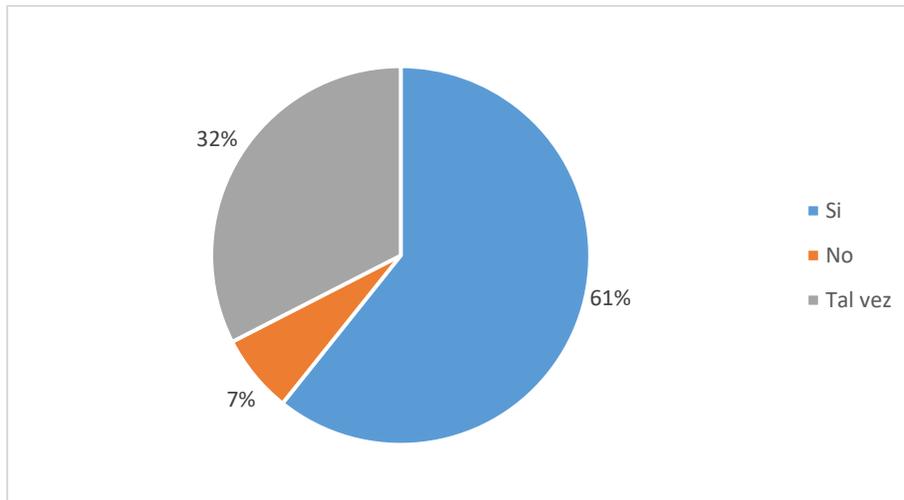


Figura 52. Disposición de estudiantes y funcionarios de utilizar una plataforma institucional para arreglar viajes en carro compartido. Fuente: encuesta de movilidad 2016

4.3.6 Retos y oportunidades

- El 93% de todas las entradas y salidas de vehículos se realiza por la entrada principal. En la hora pico de 7 am a 8 am el 80% todas de las personas en vehículos entra por este acceso. De tal manera, el acceso principal tiene un rol crítico en la movilidad en vehículo privado, lo cual representa riesgo, pues de suceder algún evento que imposibilite el paso vehicular por esta entrada el tránsito vehicular a la institución se vería sumamente afectado.
- La ocupación promedio de los vehículos que entran y salen del TEC es de 1, 3 personas por vehículo. El aumentar la ocupación representa un reto para la institución y es una opción de suma importancia para reducir la cantidad de vehículos que entran a la institución.
- El 63% de todos los viajes declarados en vehículo privado hacia el TEC se originan en la provincia de Cartago, el 55% de éstos en cantón central. Es decir, el 31% de las personas que declararon que se la distancia más larga del viaje al TEC la realizan en vehículo inician su viaje en un radio de 15 km a la redonda del TEC. Esto representa una oportunidad para reducir el uso del vehículo, pues se podría pensar en proveer una ruta de un transporte que movilice a las personas cerca del área origen su viaje hasta el TEC, de manera tal que estas personas no tengan la necesidad de utilizar el vehículo. La cercanía también promueve la organización de viajes en carpooling.

- El 31% de los viajes declarados en vehículo privado tienen origen en la provincia de San José, el 91% de éstos en el sector este de San José. Esto representa una oportunidad con características similares a las del punto anterior, se puede implementar o mejorar las rutas del transporte en autobús en el sector este, de manera tal que se adapten a las necesidades de sus usuarios, o bien la condición de cercanía entre el origen del viaje de las personas facilita la movilización en carpooling.
- El 61% de la población del TEC afirma que utilizaría una plataforma de Carpooling o carro compartido propia de la institución, por tanto el desarrollar una plataforma para coordinar viajes entre la población del campus podría ser una medida que aumente la ocupación de los vehículos y disminuya la cantidad de estos que entran al TEC.
- La ocupación actual de los parqueos es de 90%, es decir, el uso de estos está cerca de alcanzar la capacidad máxima. Además, el 38% de las personas que se movilizan en vehículo afirman sentirse entre insatisfechos y muy insatisfechos, el 71% de estas personas afirma que su principal motivo de insatisfacción es la falta de espacios de parqueo. Esto representa un reto para el TEC pues los espacios de parqueo desocupados se registran en zonas alejadas a los edificios de alta ocupación y la población se muestra reacia a parquear su vehículo lejos del sitio donde se desarrollan sus actividades, por tanto la institución debe encontrar la manera de incentivar el aprovechamiento del espacio de parqueo restante sin aumentar la cantidad de espacios de parqueo.
- La cantidad de espacios para parqueo en el campus central del TEC ha aumentado en el último año y es posible que los entes planificadores de la institución decidan invertir en la construcción de parqueos masivos. Para la institución representa un reto solucionar el problema de movilidad percibido por la población como escasez de parqueo sin incentivar la movilización de más personas en vehículo, es decir, promoviendo prácticas de movilidad sostenible en lugar de la construcción de más parqueos a corto plazo.

4.4 DESPLAZAMIENTO EN TRANSPORTE PÚBLICO

El desplazamiento en transporte público constituye el principal modo de movilización de la población del campus central de TEC. Para llegar al campus 45% de la población encuestada utiliza autobús, tren o bien, taxi (ver Figura 29).

Como se mencionó en las secciones anteriores, el 52% de los estudiantes declaran movilizarse mediante autobús la distancia más larga para llegar al TEC, en contraposición con el 15% de los funcionarios. Al extrapolar estos porcentajes a la totalidad de la comunidad estudiantil se calcula que 4 196 personas se movilizan en bus al campus central del TEC.

Por otro lado, este es el modo de movilización que genera una mayor insatisfacción entre sus usuarios, la mayoría lo seleccionan por su bajo costo, ya que aseguran no tener otra opción. Además, la mayoría de las personas que tardan más de 90 minutos llegando a la institución se movilizan mediante este medio.

4.4.1 Origen de los viajes en bus

Cartago es la provincia desde la cual se generan la mitad de todos los viajes declarados en bus. Por su parte el 38% se origina en la provincia de San José, Heredia genera el 7%, de todos los viajes, Alajuela el 4% y el restante 1% se genera entre la provincia de Puntarenas y la de Limón.

En relación con los viajes de la provincia de Cartago, el 48% de las personas encuestadas que viajan en bus la distancia más larga de su recorrido al TEC habitan en el cantón central de la Cartago, por tanto se supone que inician su recorrido en bus en el mismo cantón central. En el caso de la provincia de San José el 48% de los viajes se originan en el sector este (San José, Curridabat y Montes de Oca). Por su parte, un 14% de la población que se moviliza en bus habita en el cantón de Desamparados (ver cuadro 23)

De esta manera se identifican dos focos importantes de movilización, el primero en el cantón central de la Provincia de Cartago y el segundo es el sector este de San José.

Cuadro 23. Cantones de origen de los viajes de los estudiantes y funcionarios que viajan en bus desde las provincias de Cartago y San José.

Cantones de la Provincia de Cartago	Total de respuestas	Porcentaje (%)	Cantones de la Provincia de San José	Total de respuestas	Porcentaje (%)
Cartago	148	48	San José	44	19
El Guarco	40	13	Curridabat	35	15
La Unión	34	11	Desamparados	34	14
Paraíso	31	10	Montes de Oca	34	14
Oreamuno	26	9	Vázquez de Coronado	19	8
Alvarado	11	4	Goicoechea	18	8
Turrialba	9	3	Moravia	16	7
Jiménez	7	2	Escazú	7	3
			Tibás	7	3
			Alajuelita	6	3
			Santa Ana	6	3
			Aserrí	3	1
			Puriscal	3	1
			Mora	2	1
			Tarrazú	1	0

4.4.2 Transporte público modalidad autobús al TEC

Hay dos maneras de llegar al campus central del TEC en bus, la primera es mediante el servicio regular de transporte público y la segunda con las rutas de buses propias de la institución. Mediante la encuesta de movilidad aplicada en el segundo semestre del 2016 a estudiantes y funcionarios se determinó que el 55% de la población que viaja usualmente al TEC en autobús utiliza las rutas de buses propias de la institución. El restante 45% utiliza para movilizarse la distancia más larga de su recorrido el servicio regular del transporte público.

Desde los diferentes distritos y cantones de Cartago hay una gran variedad de rutas de buses convencionales que permiten llegar al centro de Cartago, cada uno con sus rutas, horarios y tarifas particulares. Desde San José el servicio principal para llegar a Cartago es el de la compañía LUMACA. La mayoría de estos buses tienen el punto de carga y descarga en el centro de Cartago, en puntos desconectados del campus, ubicados a una distancia de entre 1 y 1,5 km de las instalaciones del TEC (ver Figura 53).

Por tanto, para llegar al campus las personas que se movilizan en transporte público convencional deben caminar de 15 a 20 minutos, movilizarse en bicicleta por 5 minutos, tomar la ruta del bus hacia el TEC que tarda entre 5 y 10 minutos, o bien, tomar un taxi que tarda 5 minutos.

Estos buses son manejados mediante concesiones del CTP por diferentes compañías. Por tanto, el TEC, como institución, no tiene capacidad de acción en lo que respecta a estas rutas.



Figura 53. Paradas principales del transporte público ubicadas en el centro de Cartago utilizadas por funcionarios y estudiantes para llegar al campus central del TEC. Fuente: (google.com, 2017)

Por otro lado, la institución cuenta con 13 rutas de transporte activas, las cuales vienen y se dirigen a 8 destinos diferentes de Cartago, San José, Heredia y Alajuela. En total salen 15 buses por día desde distintos puntos de la GAM hacia el TEC, 13 del TEC hacia la GAM, 28 buses salen desde el centro de Cartago hacia el TEC y 28 desde el TEC hacia el centro de Cartago.

Mediante información otorgada por los operadores de las rutas de autobús se calculó que éstas movilizan alrededor de 2322 personas diariamente en el periodo de las 7 am a las 5:59 pm, 1382 en el sentido de entrada y 940 de salida.

En la Figura 54 muestra dos picos importantes en la movilización mediante estos buses, el primero a las 7 am y el segundo a las 4 pm. La mayor intensidad de movilizaciones en sentido entrada se da entre las 7 am y las 8 pm, a esta hora entran a la institución 14 buses, 6 provenientes de Cartago y 8 del resto de la GAM (dos desde San José, uno desde Tibás, Desamparados, Guadalupe, Coronado, Alajuela y Heredia respectivamente), los cuales movilizan alrededor de 720 personas. El pico más importante de salida ocurre entre las 4 pm y las 5 pm, hora en la cual salen 3 buses hacia Cartago y 3 buses hacia la GAM (dos hacia San José y uno hacia Coronado) los cuales movilizan, en condiciones normales, 285 personas.

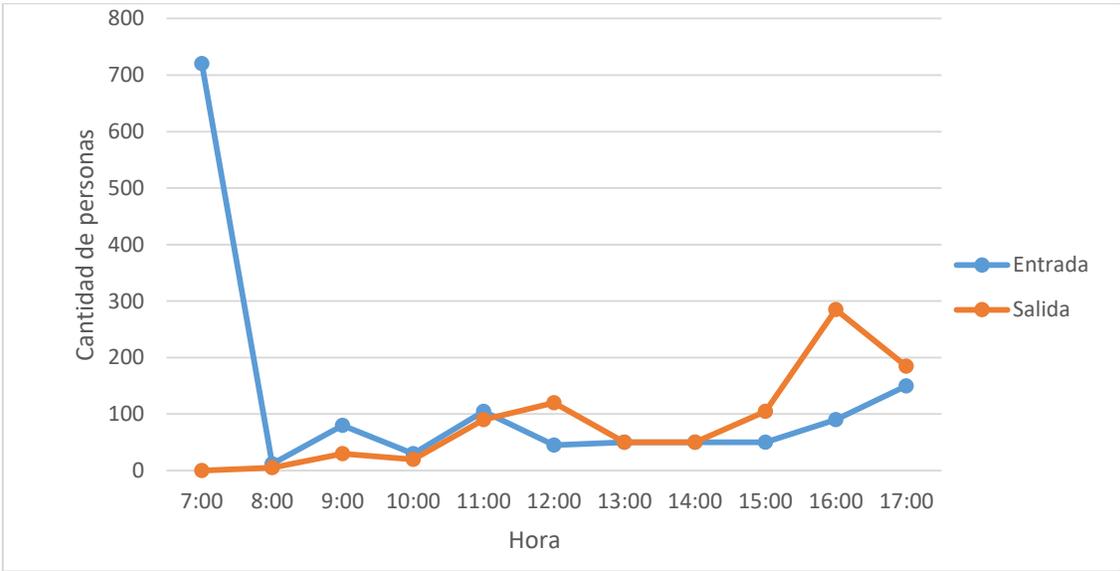


Figura 54. Movilización de personas diaria mediante las rutas de transporte público con origen/destino en el campus central del TEC.

En el resto del día la oferta de buses es baja. En sentido de entrada al campus la ruta desde Cartago mantiene una base de 1 bus por hora, con aumento en algunas horas. Por su parte las rutas desde San José no tienen ningún horario que llegue al campus en la mañana posterior a las 7 am, es hasta las 2 pm que empieza a ingresar un bus por hora al campus. Con respecto al sentido de salida del campus la situación es similar, hacia Cartago se mantiene una base de un bus por hora a partir de las 8 am, con aumento en algunas horas. En el caso de las rutas hacia la GAM se mantiene un bus por hora desde las 11 am hasta las 5 pm, con un aumento a las 4 pm (ver figura 55).

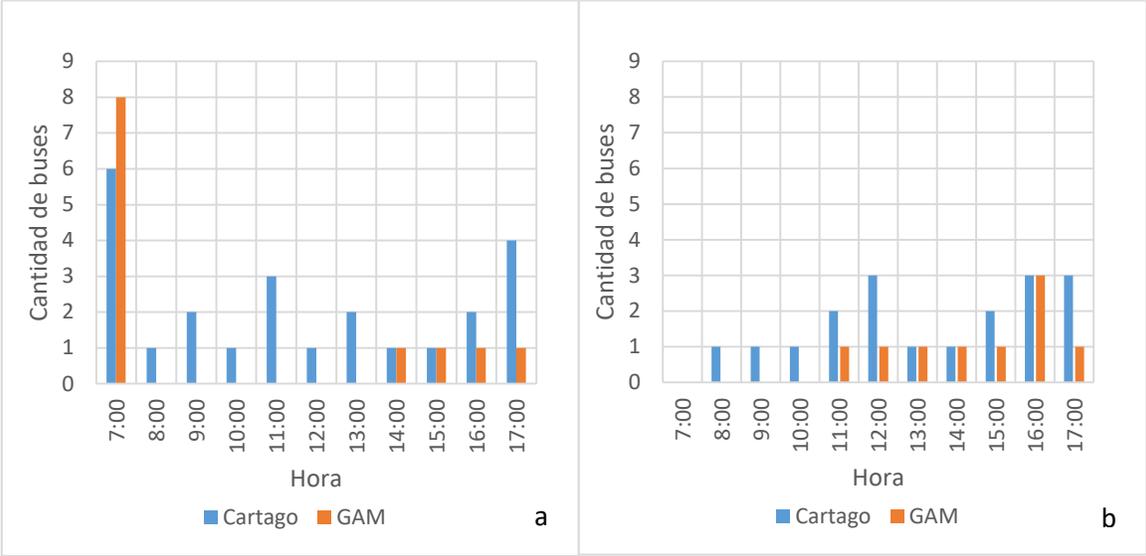


Figura 55. Cantidad de rutas de buses que llegan y salen del TEC movilizadas por hora en el campus central del TEC: a buses que entran al TEC, b. buses que salen del TEC. .

La capacidad promedio de los buses de Cartago es de 40 personas y la de los buses de la GAM de 60 personas. Con la demanda actual en las horas pico, tanto de entrada como de salida, los buses se movilizan con la capacidad máxima de personas, en ocasiones inclusive sobrepasándola. Es decir, el servicio de transporte actual está al tope de su capacidad.

Además, los horarios y rutas de estos buses se encuentran desactualizados y no responden a las necesidades actuales de la población del campus, ya que los horarios no coinciden con las horas de los flujos de movilización detectados en el campus.

Los horarios de entrada solamente responden a la hora pico de 7 am a 8 am. Por medio de los aforos se detectó que hay otras dos horas importantes de entrada: de 9 am a 10 am y de 12 md a 1 pm. No hay ningún servicio desde la GAM previsto para cumplir la demanda de

entrada a estas horas, de manera tal que la única opción para las personas que se movilizan desde este sector al TEC es utilizar los servicios que entran a la institución entre las 7 am y las 8 am, saturando los buses disponibles o bien, utilizar el transporte público convencional.

Los horarios de salida responden principalmente a la hora pico de 4 pm a 5 pm. Por medio de los aforos se detectó que hay otras dos horas importantes de salida del campus: de 9 a 10 am y de 11 am a 12 md. A estas horas el servicio de buses hacia Cartago tiene rutas que satisfacen la demanda de viajes cortos y además a se cuenta con una ruta hacia Heredia.

Estos datos reflejan lo identificado en la encuesta de movilidad y transporte 2016: el 62% de las personas que utilizan el servicio de autobuses del TEC consideran que es necesario habilitar más horarios de servicio. En su mayoría se considera necesario ampliar los horarios de bus desde la GAM en la mañana de manera tal que coincidan con las clases y aumentar la frecuencia de los buses en la tarde, tanto en las rutas hacia y desde Cartago, como los que van hacia la GAM.

La ruta Cartago-TEC funciona como la etapa final del viaje hacia el TEC de sus usuarios. Para poder tomar este bus, cuya parada está ubicada en el centro de Cartago (ver figura 53), se requiere que las personas hayan realizado al menos una movilización previa, pues esta parada está ubicada en una zona comercial cerca de muchas de las paradas de otros buses, pero con pocas residencias alrededor. Por otro lado, los buses de esta ruta son viejos y no tienen condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad, además, tampoco tienen condiciones que promuevan la intermodalidad.

Las rutas desde la GAM hacia el TEC están estructuradas de manera tal que se traslade a las personas desde sitios relativamente cercanos a lugar de habitación, los buses que entran al TEC a las 7 am tienen 8 diferentes rutas, pero, las rutas del TEC hacia la GAM se reducen a 4. Es decir, la estructura de las rutas actuales facilita movilización hacia el TEC, pero dificulta la movilización desde el TEC hacia el sitio de origen de los viajes, pues disminuye las opciones.

Además, los buses de las rutas hacia y desde la GAM al TEC son viejos, en su mayoría no tienen condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad ni condiciones que promuevan la intermodalidad.

El 46% de las personas que utilizan el transporte público del TEC consideran que son necesarias más rutas para llegar y salir del TEC. Las 5 rutas o destinos que los encuestados consideran que se deberían cubrir, en orden descendente, son (ver figura 56):

- Otras rutas en Cartago: se menciona la necesidad de una ruta periférica que cubra zonas como Metrocentro., el Polideportivo, Tejar y Agua Caliente
- Escazú-Santa Ana
- Desamparados: ruta desde el TEC hacia Desamparados
- Paraíso-Orosi
- Tres Ríos

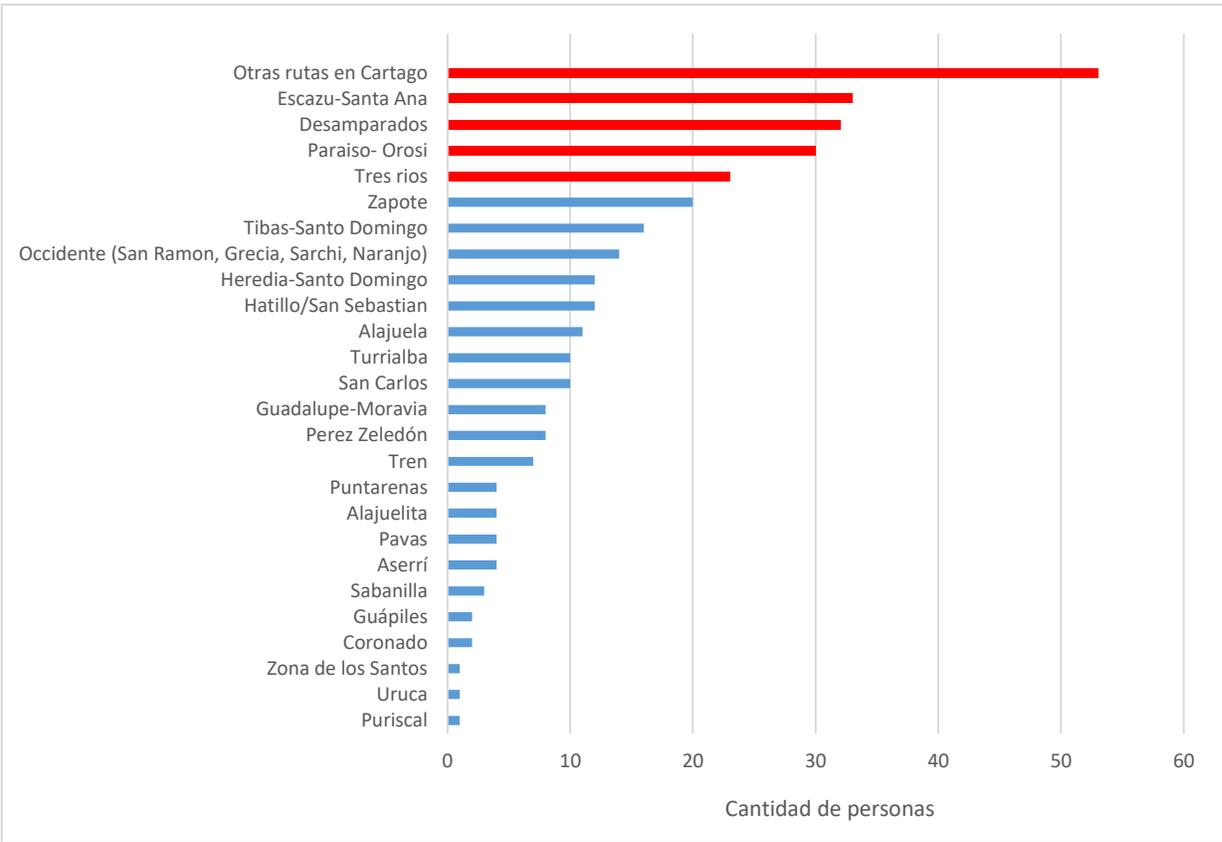


Figura 56. Destinos que los usuarios de los autobuses del TEC consideran que las rutas del TEC deberían cubrir. TEC. Fuente: Encuesta de Movilidad, 2016

4.4.3 Movilización de los autobuses dentro del campus

Las rutas que llegan y salen directamente del TEC tienen puntos de carga y descarga dentro del campus. Los buses se movilizan dentro de la institución siguiendo rutas diferenciadas:

- Los que vienen desde la GAM al TEC ingresan entre las 7 am y 8 am por el acceso de la Escuela de Ingeniería Forestal y continúan hasta la parada principal haciendo solamente una parada en la Escuela de Producción Industrial para descargar personas.
- Los que vienen desde la GAM al TEC en el resto del día ingresan por la parada principal y tienen como único sitio de descarga la parada de buses principal
- Los que salen desde el TEC hacia la GAM tienen como único punto de carga la parada principal y deben salir por el acceso principal.
- Los que vienen directamente de Cartago hacia el TEC entran por el acceso principal indistintamente de la hora y tienen 4 puntos de descarga en el campus: parada principal, detrás del CEQIATEC y parada costado norte del lago y la parada frente a la F3.
- Los que van del TEC hacia Cartago salen por la parada principal y tienen 4 puntos de carga de personas: parada frente a la F3, parada costado norte del lago, atrás de CEQIATEC y la parada principal. A las 12:00 md y a las 4:20 pm baja a la Escuela de Ingeniería Forestal antes del salir del TEC por la entrada principal.

Dentro del campus se genera una movilización de buses antiguos que causa un deterioro de la calidad del aire. Además, las horas donde hay una mayor movilización de buses coinciden con las horas pico de entrada y salida de vehículos, por lo cual el movimiento de autobuses genera una presión extra sobre los accesos vehiculares, especialmente en el acceso principal.

Actualmente el TEC no cuenta con un transporte interno, por lo cual, la movilización interna que provee el bus de la ruta de Cartago es el único que conecta la zona de uso mixto al oeste del campus con la de aulas al este. Así mismo, las 3 rutas del bus de Cartago que pasan por Forestal son la única conexión con la que cuentan las personas que utilizan esta área y el resto del campus.

4.4.4 Tren

El tren es un modo poco utilizado por las personas para llegar al TEC, solamente un 1% de la población encuestada afirmó utilizarlo para viajar la distancia más larga hacia el TEC. Pero

a pesar de esto el 38% de las personas encuestadas afirman haber utilizado alguna vez el tren para entrar o salir de Cartago.

Actualmente el servicio de tren se encuentra desconectado del TEC. Las paradas de éste se encuentran a una distancia de 1 km de las instalaciones del campus (ver figura 53). A pesar de esto, el tren tiene un gran potencial de movilizar a la población del campus, pues su horario de funcionamiento coincide con las horas de mayor entrada y salida de la institución (ver figura 57).



CARTAGO- SAN JOSÉ

Los Angeles	Estación Cartago	Tres Ríos	UACA	CFIA	Ulatina	UCR	Estación Atlántico
5:25	5:30	5:51	5:59	6:07	6:11	6:15	6:21
5:50	6:00	6:21	6:29	6:37	6:41	6:45	6:51
6:50	7:00	7:21	7:29	7:37	7:41	7:45	7:51
7:25	7:35	7:56	8:04	8:12	8:16	8:20	8:26
8:55	9:00	9:21	9:29	9:37	9:41	9:45	9:51
16:10	16:20	16:41	16:49	16:57	17:01	17:05	17:11
17:00	17:10	17:31	17:39	17:47	17:51	17:55	18:01
17:40	17:50	18:11	18:19	18:27	18:31	18:35	18:41
18:21	18:31	18:52	19:00	19:08	19:12	19:16	19:22



SAN JOSÉ- CARTAGO

Estación Atlántico	UCR	Ulatina	CFIA	UACA	Tres Ríos	Estación Cartago	Los Angeles
4:20	4:24	4:28	4:32	4:39	4:48	5:12	5:15
6:25	6:29	6:33	6:37	6:44	6:53	7:17	7:20
7:55	7:59	8:03	8:07	8:14	8:23	8:47	8:50
15:10	15:14	15:18	15:22	15:29	15:38	16:02	16:05
16:00	16:04	16:08	16:12	16:19	16:28	16:52	16:55
16:40	16:44	16:48	16:52	16:59	17:08	17:32	17:35
17:21	17:25	17:29	17:33	17:40	17:49	18:13	18:16
18:11	18:15	18:19	18:23	18:30	18:39	19:03	19:06
18:45	18:49	18:53	18:57	19:04	19:13	19:37	19:40
19:32	19:36	19:40	19:44	19:51	20:00	20:24	20:27

Figura 57. Horario del tren Cartago-San José y San José –Cartago. Fuente: (Incofer, 2017)

El 88% de las personas encuestadas consideran útil que se establezca una conexión entre el TEC y el servicio de trenes. Establecer una conexión entre el tren y el campus podría incentivar la movilización de personas por este modo

4.4.5 Taxi

El servicio de taxis formales representa menos del 1% de las movilizaciones declaradas, pero el 4% de las registradas en los aforos. Es decir, no es el modo bajo en cual las personas se

movilizan la distancia más larga de su viaje para llegar al TEC, pero soluciona el último tracto del viaje hasta el TEC en el 4% de las movilizaciones registradas en la semana 3 se registró que alrededor de 1306 personas se movilizaron en taxi a la institución.

Además, la institución cuenta con una parada de taxis a un costado de la entrada principal. Es importante resaltar que está fuera del campus, pero su ubicación facilita la movilización por medio de taxi a la población del campus.

4.4.6 Retos y oportunidades

- Se identifican dos focos importantes de movilización, el primero en el cantón central de la provincia de Cartago y el segundo es el sector este de San José. Esto representa una oportunidad, al tener a la población agrupada se simplifica la organización de los servicios de transporte público directos hasta el TEC.
- El campus central del TEC está ubicado a 1,5 km del principal centro comercial de Cartago, sitio en el cual confluyen la mayoría de las paradas de buses. Por tanto, hay un gran potencial de potenciar la intermodalidad, es decir, promover que las personas que utilizan los servicios de transporte público con parada en el centro de Cartago se movilicen hasta el TEC mediante bicicleta, caminen, o bien tomen el bus al TEC.
- El servicio de transporte público gestionado por el TEC está al máximo de su capacidad. Los horarios y rutas que gestiona el TEC se encuentran desactualizados y no responden a las necesidades actuales de la población del campus. Los horarios de los buses no coinciden con las horas de los flujos de movilización detectados. Esto representa un reto para la institución, pues se debe aumentar la oferta de buses y de rutas, de manera tal que se las nuevas rutas y horarios coincidan con las necesidad de grupos con cantidades importantes de personas.
- Los buses son viejos y no tienen condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad ni para promover la intermodalidad. El reto de la institución es promover la modernización del servicio de transporte sin que los autobuseros recarguen en la tarifa las mejoras.

- El movimiento de autobuses dentro del TEC deteriora la calidad del aire y además genera una presión extra sobre los accesos vehiculares y sobre la infraestructura vial del TEC. Por tanto, la institución tiene el reto de reducir la circulación de buses dentro del campus.
- Actualmente el servicio de tren se encuentra desconectado del TEC. Hay una gran oportunidad de conectar a la población del campus central del TEC con la parada del tren para aumentar su uso

4.5 DESPLAZAMIENTO EN BICICLETA

El 7% de las personas que respondieron la encuesta de movilidad del 2016 declaran que se movilizan la distancia más larga del viaje al TEC mediante bicicleta. El 90% de los usuarios de bicicleta actuales son estudiantes y el 86% son hombres. Es decir, las condiciones actuales no promueven la movilización de mujeres ni de funcionarios en bicicleta.

El 89% de las personas que declaran utilizar bicicleta afirman sentirse entre satisfechos y muy satisfechos con su modo de transporte actual. Este genera la mayor satisfacción entre sus usuarios. Además, el 63% de las personas que se movilizan de esta manera tardan menos de 15 minutos llegando al TEC.

El 3% de las movilizaciones registradas durante el aforo de la semana 3 fueron de personas en bicicleta. En total se registró la entrada de personas en 1452 bicicleta. Como se observa en la figura 58, se identifican los mismos picos de entrada y de salida de ciclistas que en los de la movilización general.

Con respecto a la entrada se observa un aumento de ciclistas de 7 am a 8 am, de 9 am a 10 am y de 12 md a 1 pm. Por su parte los picos de salida de ciclistas que se identifican son 9 am a 10 am, de 11 am a 12 md y de 4 pm a 5 pm, vale la pena resaltar que estos movimientos son muy cambiantes o dinámicos, pues pueden variar de acuerdo a las condiciones climáticas u otras características particulares de movilización de los usuarios. Además, el día en el que se movilizan más ciclistas, según el aforo realizado, corresponde al día miércoles.

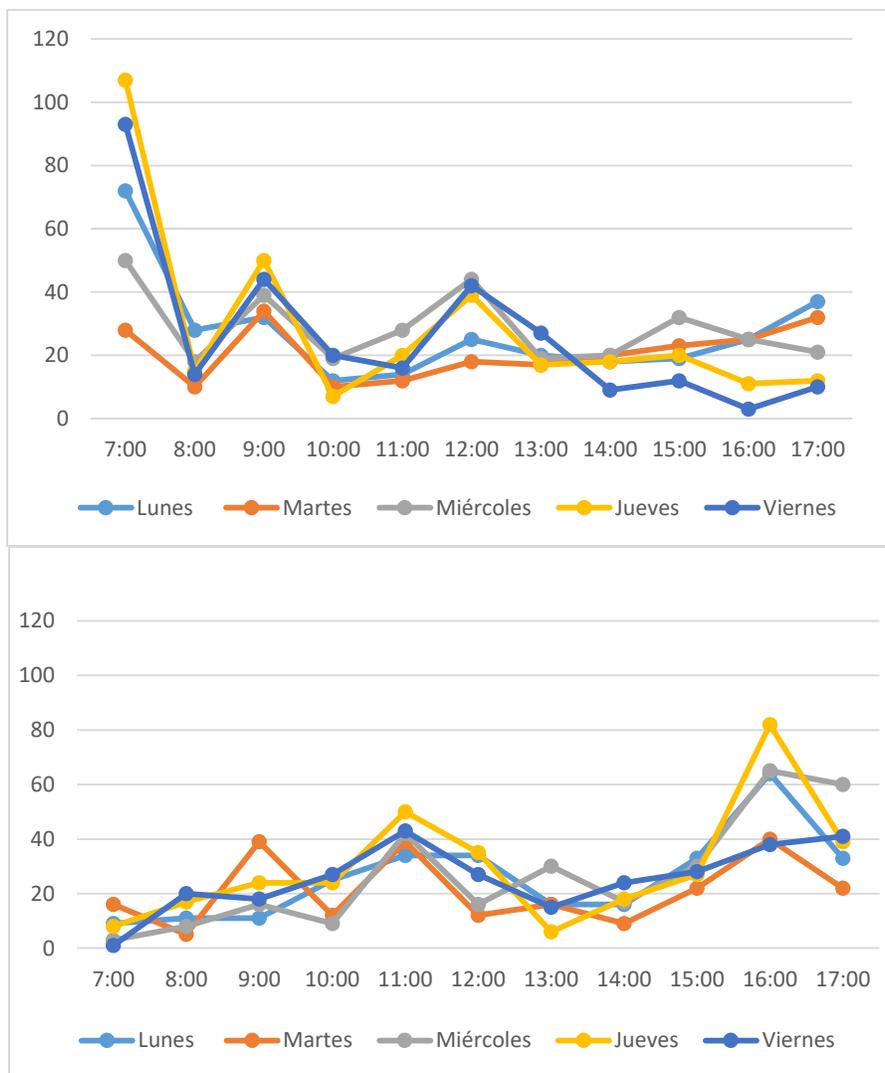


Figura 58. Flujo sumatorio de la movilización de personas en bicicleta en todos los accesos al campus central del TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016, según el flujo de entrada (gráfico superior) y de salida (gráfico inferior).

Al hacer un balance de las entradas y las salidas de las personas en bicicleta que se mueven por el campus el día miércoles de la semana 3 del segundo semestre del 2017, se determinó que la cantidad de bicicletas que permanecen en la institución aumenta en las horas de la mañana hasta llegar a un máximo a las 12 m.d, hora en la cual se registran 104. En las horas de la tarde la cantidad de bicicletas dentro de la institución se mantiene relativamente constante hasta las 16:00, hora en la cual la cantidad de bicicletas dentro de la institución empieza a reducir su número (ver figura 59).

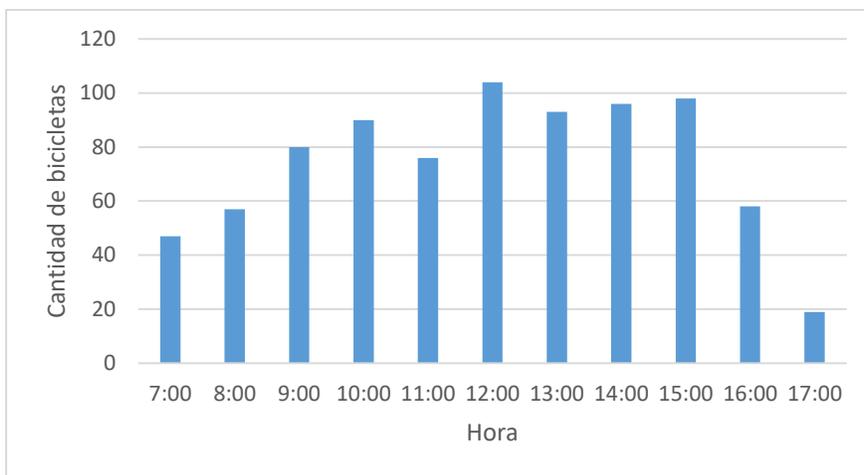


Figura 59. Balance de la entrada y salida de personas en bicicleta del campus central del TEC durante el día miércoles de la semana 3 del segundo semestre del 2016.

4.5.1 Origen de los viajes en bicicleta

La totalidad de los viajes en bicicleta se originan en la provincia de Cartago, de los cuales el 86% se originan en el cantón central. A su vez, el distrito Oriental y Occidental agrupan el 72% de los viajes del cantón central (ver figura 60), esto equivale al 62% de todos los viajes en bicicletas al campus. Es decir, el 62% de los desplazamientos en bicicletas ocurren en un radio de 2,5 km del campus.

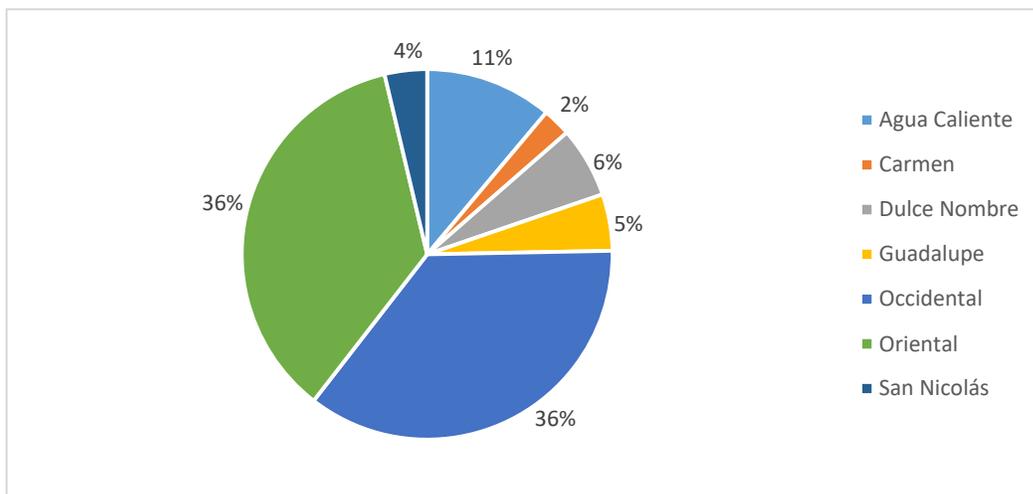


Figura 60. Distritos del cantón central de Cartago que originan viajes en bicicleta de estudiantes y funcionarios al campus central del TEC.

4.5.2 Accesos utilizados por personas en bicicleta

Como se mencionó en el análisis de los accesos al TEC (sección 4.1.2), los accesos vehiculares (Acceso Principal, detrás de CEQIATEC y Escuela de Ingeniería Forestal) no están diseñados pensando en los usuarios de bicicleta, pues aunque las calles están en buenas condiciones, las agujas colocadas para regular la entrada de los vehículos dificultan la movilidad en bicicleta. Los accesos restantes son peatonales, con aceras angostas y en su mayoría además con gradas, por tanto, las personas en bicicleta se ven obligadas a bajarse de su vehículo e ingresar caminando a la institución.

Así, en general la infraestructura actual dificulta la entrada y salida de personas en bicicleta del campus. Pero a pesar de esto, se registra movilización de personas en bicicleta en todos los accesos al campus. El acceso principal es el que concentra la mayoría de la movilización, el 56% de todas las personas que ingresan a la institución en bicicleta lo hacen por esta entrada. Por su parte el acceso ubicado cerca de la parada de buses registra el 16% de las entradas de personas en bicicleta, el acceso cerca del Gimnasio el 14%, la entrada del portón ubicado cerca de la Escuela de Producción Industrial el 10% y el restante 4% de los movimientos se registra en la entrada de la Escuela de Ingeniería Forestal (ver Figura 61).

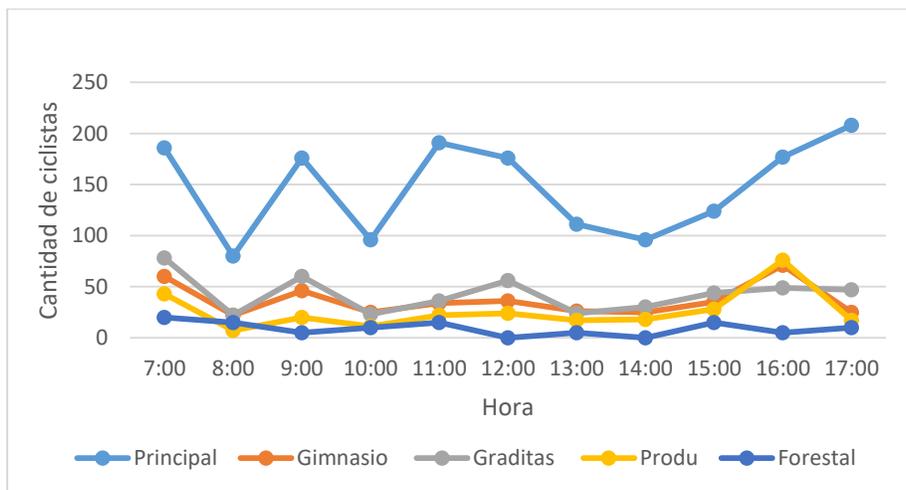


Figura 61. Registro semanal de movilización horaria de personas en bicicleta en los accesos al TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016.

Además de contar con las aceras y calles más amplias de los accesos a la institución, el acceso principal tiene una serie de características particulares que influyen en que éste sea el más utilizado por las personas que se movilizan en bicicleta. Por su ubicación, el este provee de

una buena conexión con las calles que conectan a la institución con el resto de Cartago. Además, es de fácil acceso desde los barrios y sitios de habitación cercanos al TEC, tiene la ventaja de ser el punto en el cual termina la Ciclovía municipal (ver figura 62) y de contar con una estación de Bicipubli, el sistema de préstamo de bicicletas de la Municipalidad de Cartago.



Figura 62. Término de la Ciclovía municipal de Cartago en la entrada principal del campus central del TEC.

4.5.3 Parques de bicicletas

Actualmente la institución cuenta con 22 parques para bicicleta, los cuales en total proveen de 234 espacios de parqueo, representados por puntos morados en la figura 63. Se observa una mayor concentración de estos en la denominada Zona de Uso mixto, al oeste del campus. Esta zona concentra el 60% de los parques para bicicleta disponibles. Por su parte en la Zona de Aulas, al este del campus, la mayoría de los parques se ubican en el área comprendida entre el edificio F1 y el Laimi II, dejando el sector sur del campus con poco acceso a parques de bicicleta.

Se determinó que la ocupación de estos parques de bicicleta ronda el 38%. En el anexo 7 se encuentra el registro completo de los parques observados, así como su capacidad y ocupación.

De las personas que han parqueado su bicicleta alguna vez en el TEC, el 61% afirma utilizar la infraestructura apropiada para parquearlas, mientras que el restante 39% afirma que usualmente las parquea en postes, barandas o alguna otra infraestructura no diseñada para este fin. Estos datos coinciden con los recolectados en la observación, pues el 35% de las bicicletas registradas se encontraron parqueadas en sitios que no correspondían a parques de bicicleta.



Figura 63. Parques para bicicleta registrados en el campus central del TEC. Fuente del mapa (Oficina de Ingeniería, 2016a), con información propia.

Se observan dos tipos diferentes de estructuras de parques para bicicleta (ver figura 64):

- **Rejilla:** en su mayoría estos son los parques más viejos con los que cuenta la institución, encontrándose en mal estado. Su capacidad es variada. Para asegurar la bicicleta en estos parques se debe amarrar la llanta delantera a la rejilla. Según C. Pardo, Caviedes y Calderón (2013) este tipo de parques presentan una serie de desventajas, pues solo

permite asegurar la rueda delantera, maltrata las bicicletas y ocupan mucho espacio por la forma en la que disponen las bicicletas.

- Tipo gota con aseguramiento en el cuadro de la bicicleta: Este es el modelo que la institución está implementado en todos los parqueos de bicicleta nuevos. Su capacidad es de 9 bicicletas. Este modelo permite aprovechar de una mejor manera el espacio, pero las bicicletas deben ser aseguradas por medio del cuadro, es decir, con un solo punto de seguridad y además, maltrata las bicicletas. C. Pardo, Caviedes y Calderón (2013) recomiendan que las bicicletas tengan dos puntos de aseguramiento en los parqueos públicos de bicicletas.

En general, los parqueos de bicicleta de la institución no cuentan con protección a las condiciones climáticas.



Figura 64. Tipos de parqueos de bicicleta encontrados en el campus central del TEC, tipo rejilla (imagen superior) y tipo gota con aseguramiento en el cuadro (imagen inferior).

El 41% de las personas que han parqueado su bicicleta en el TEC afirman sentirse entre insatisfechos y muy insatisfechos con respecto a la calidad y a la cantidad de estos en el TEC: El principal motivo de la insatisfacción es la falta de parqueos, el 49% de las personas usuarias de los parqueos de bicicleta consideran que no hay suficientes parqueos y que hacen falta en sitios de mayor utilización. Por otro lado, el motivo de insatisfacción del 29% de las personas es la faltante de infraestructura que proteja del clima, se menciona que en muchas ocasiones prefieren parquear la bicicleta en un poste con tal de que no se moje con la lluvia.

Además, el 12% considera que la infraestructura actual es incómoda y el 10% que es insegura (ver figura 65).

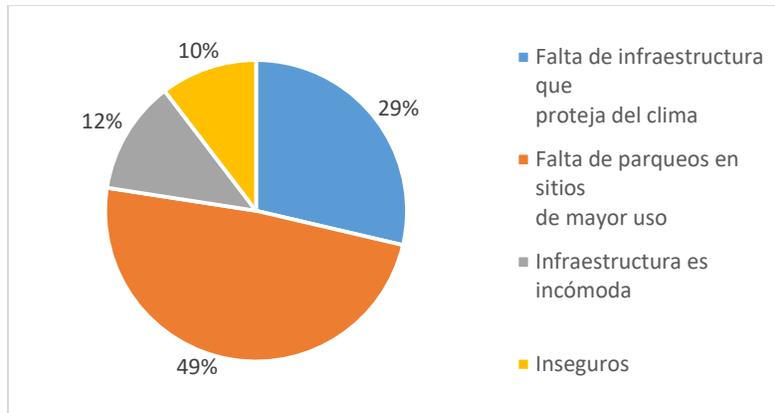


Figura 65. Motivos de insatisfacción con los parqueos de bicicletas del campus central del TEC declarados por sus usuarios. Fuente: Encuesta de Movilidad 2016

Los usuarios consideran que las 5 zonas donde es más urgente la instalación de parqueos de bicicletas son la zona compuesta por los edificios D3-D10, en el sector de la Escuela de Ingeniería Ambiental, en el comedor, en la zona alrededor del Laimi 1 y en el sector del Centro de las Artes (ver figura 66).

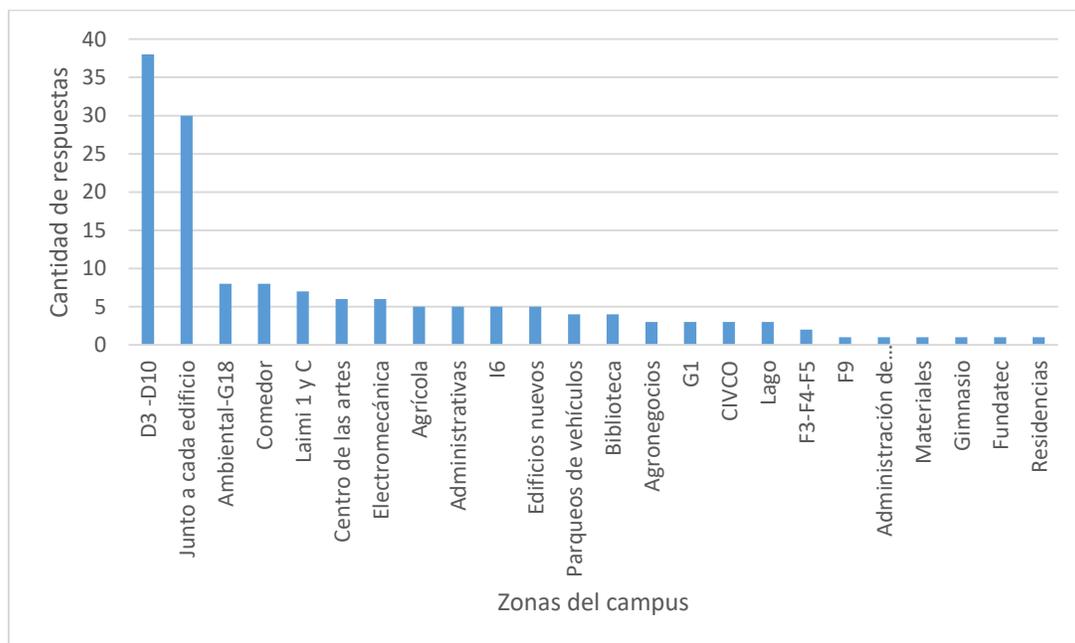


Figura 66. Zonas en las que los usuarios de bicicleta consideran que falta parqueo de bicicletas.. Fuente: Encuesta de Movilidad 2016

La máxima cantidad de bicicletas que el campus alberga al mismo tiempo es 104 (ver figura 59). Según los datos recolectados en el aforo de la semana 3 del segundo semestre del 2016, se concluye que con los espacios disponibles actuales se logra cubrir la demanda. Más se identifican tres retos principales: la deficiente distribución de parqueos de bicicleta en el campus, falta en sitios estratégicos, así como una infraestructura que no permite asegurar de la mejor manera los vehículos.

4.5.4 Sistema de préstamo de bicicletas

Actualmente la institución no cuenta con un sistema de préstamo de bicicletas para la movilización interna, más el 60% de las personas encuestadas afirman que de existir lo utilizarían y un 18% indica que tal vez lo utilizaría (ver figura 67). Es decir, de instaurarse un sistema de este tipo en el campus central del TEC es posible que 5 465 personas, entre estudiantes y funcionarios, quisieran utilizarlo.

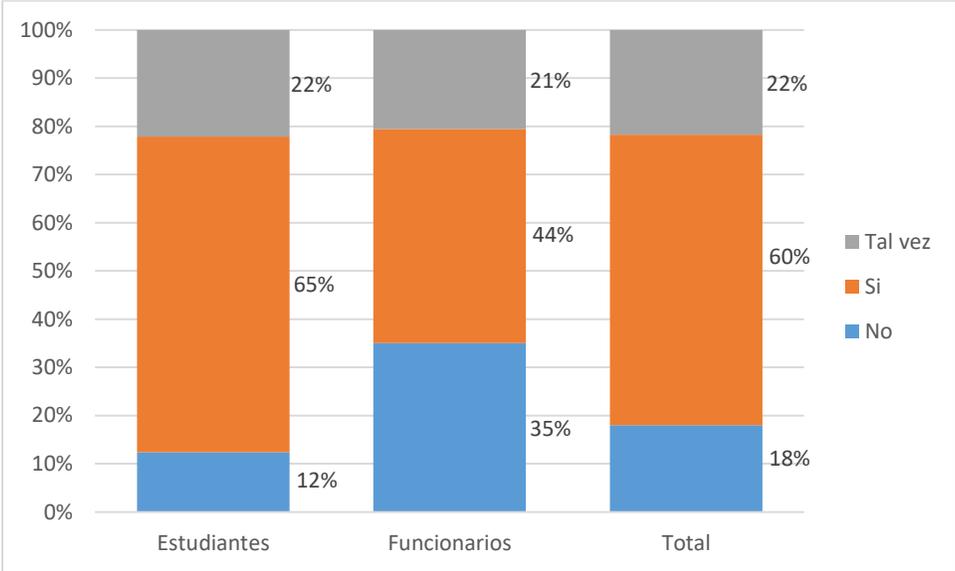


Figura 67. Disposición de estudiantes y funcionarios a utilizar un posible sistema de préstamos de bicicletas para la movilización dentro del campus. Fuente: Encuesta de Movilidad 2016

4.5.5 Retos y oportunidades

- El 90% de los usuarios de bicicleta actuales son estudiantes y el 86% son hombres. La institución tiene el reto de promover y aumentar la proporción de mujeres y funcionarios que utilizan la bicicleta para trasladarse.
- La bicicleta es el modo de movilización que genera mayor satisfacción entre sus usuarios. El 63% de las personas que se movilizan de esta manera tardan menos de 15 minutos llegando al TEC. Esto representa una oportunidad para promocionar este modo basándose en la experiencia de usuarios actuales.
- Ninguna de las entradas a la institución tiene condiciones adecuadas para permitir la movilización fluida, cómoda y segura en bicicleta. La institución tiene el reto y el deber de mejorar las condiciones biciamigables de los accesos con el fin de aumentar la cantidad de personas que viajan hacia el TEC en bicicleta.
- El 60% de los parqueos de bicicleta disponibles están ubicados en la zona oeste de uso mixto del campus. La ocupación de estos parqueos ronda el 38%, situación que se presenta pues gran parte de la población prefiere utilizar infraestructura no destinada para este fin. Es imprescindible que se aumente la cantidad y se mejore la distribución de parqueos de bicicleta en la institución.
- El 41% de las personas que han usado los parqueos de bicicleta del campus se sienten insatisfechos con su cantidad y calidad. Por tanto la institución tiene el reto no solo de aumentar la cantidad de espacios de parqueos en sitios de mayor uso, sino de colocar protección en éstos ante las condiciones climáticas y mejorar el diseño.
- El 60% de las personas encuestadas afirma que, de existir un sistema de préstamo de bicicletas para transporte interno lo utilizaría. La institución tiene una gran oportunidad de tener éxito mejorando la movilidad interna al instalar un sistema de préstamo de bicicletas.

4.6 DESPLAZAMIENTO PEATONAL

El desplazamiento peatonal, a pesar de ser declarado solamente por el 17% de las personas encuestadas como el modo seleccionado para desplazarse la distancia más larga del hacia el TEC, es el modo que más registra movilizaciones en el aforo de la semana 3 del segundo semestre del 2016. El 45% del total de todas las movilizaciones registradas en este aforo corresponden a movilizaciones peatonales, por tanto es el modo por medio del cual se registran más movimientos de personas.

Además, el 57% de las personas que afirman caminar como modo para trasladarse la distancia más larga hacia el TEC, aseguran sentirse entre satisfechas y muy satisfechas con su movilización. El 63% de estas personas tardan menos de 15 minutos llegando al TEC y el 32% entre 15 y 30 minutos.

En la semana 3 del segundo semestre del 2016, se registraron 43 236 movimientos peatonales realizados en todos los accesos al TEC desde las 7 am hasta las 5:59 pm. El día en el cual se registraron más movimientos caminando fue el jueves, día en el cual se registraron 5464 movimientos de entrada y 3887 movimientos de salida (ver figura 68).

Esta es la movilización con características más dinámicas de las registradas. Como en el resto de los modos, el pico más importante en el sentido de entrada ocurre de 7 am a 8 am, éste tiene una magnitud similar entre los días martes (1474 personas), jueves (1435 personas) y viernes (1460 personas). En el pico posterior de entrada, de 9 am a 10 am, se movilizan más o menos la mitad de personas que entraron en el pico anterior. El siguiente pico de entrada se da entre las 12 md y la 1 pm, posterior a la hora de almuerzo. Por último, se registra un pico de movilización en sentido de entrada de 2 a 3 pm, este pico no se observa en ninguno de los perfiles de movilización de los otros modos. Es decir, la entrada de peatones es distribuida en el transcurso de la mañana y se mantiene activa hasta las 2 pm.

En relación con los movimientos de salida, el pico de 9 am a 10 am no representa un movimiento de personas importante. El pico de movilización siguiente, de 11 am a 12 md, llega registrar la salida de hasta 743 personas caminando, dato correspondiente al día miércoles, este pico corresponde a la salida de peatones más importante de las registradas.

Desde las 4:00 pm a las 5:59 pm se registra una salida constante de peatones, por tanto, se considera que el pico de salida registrado en la tarde va desde las 4:00 pm hasta las 5:59 pm.

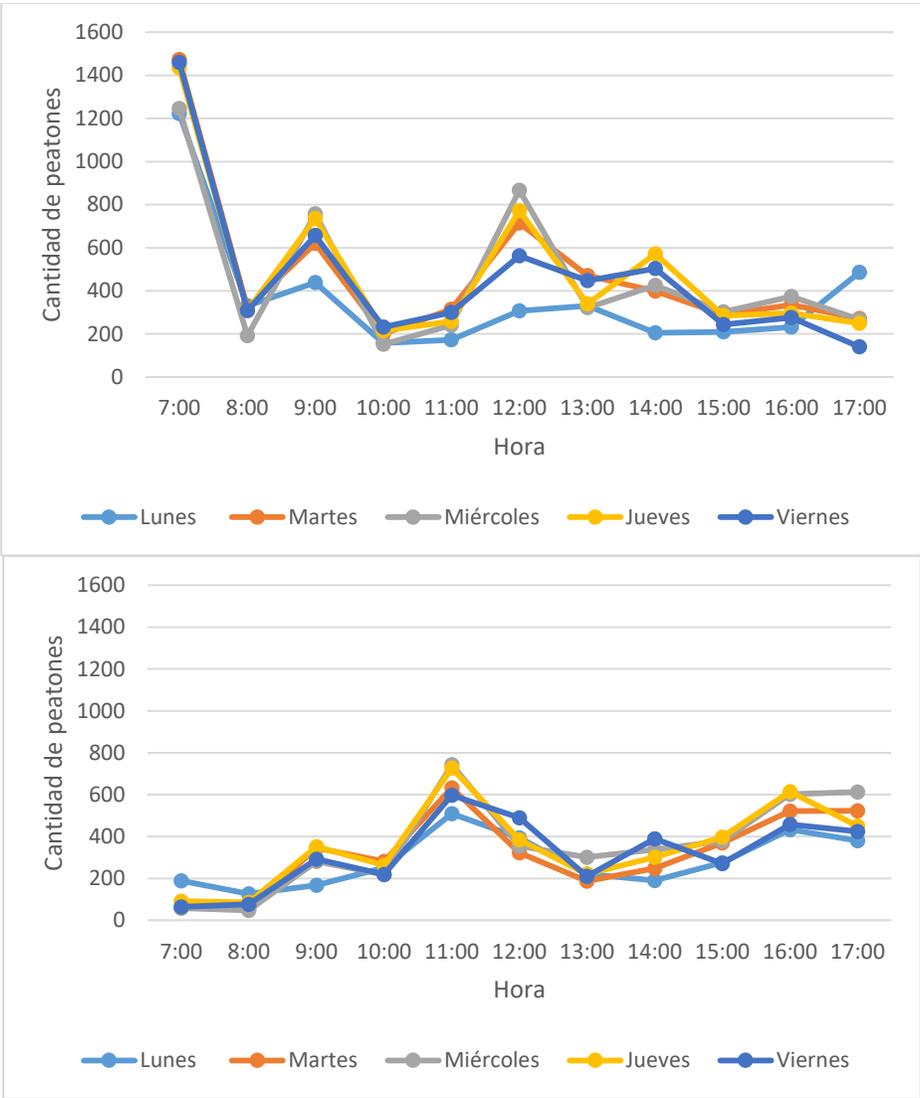


Figura 68. Flujo sumatorio de la movilización de peatones en todos los accesos al campus central del TEC durante la semana 3 del segundo semestre del 2016, según el flujo de entrada (gráfico superior) y de salida (gráfico inferior).

Así, la movilización peatonal tiene una función estructural para el funcionamiento del campus. Es la última etapa del viaje de muchas personas hacia el TEC, así como la etapa principal de otros viajes y es el modo por medio del cual se realizan la mayor cantidad de desplazamientos cortos de entrada y salida a la institución durante el día.

4.6.1 Origen de los viajes caminando

La totalidad de las personas que afirman movilizarse caminando la distancia más larga de su viaje al TEC lo realizan desde la provincia de Cartago, el 90% desde el cantón central y el 11% desde Oreamuno. De las personas que viajan desde el cantón central al TEC caminando el 87% lo hace desde el distrito Central y el distrito Occidental, es decir, en un radio de 4 km alrededor del campus. (ver figura 69)

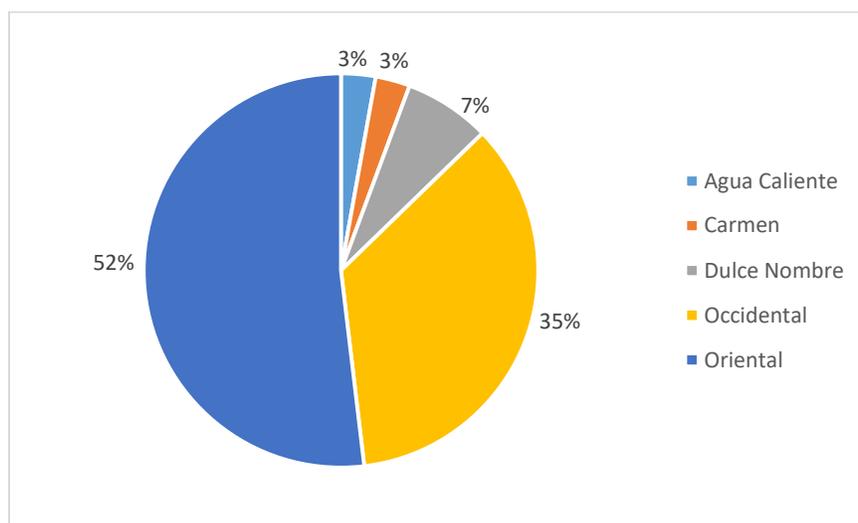


Figura 69. Distritos del cantón central de Cartago que originan viajes caminando de estudiantes y funcionarios al campus central del TEC.

4.6.2 Movilización de peatones de acuerdo a los accesos al campus

Todos los accesos al campus permiten la movilización peatonal. El acceso que registra la mayor movilidad peatonal es Principal, este acumula el 47% de las movilizaciones, seguido de la entrada cerca de la Parada de buses, la cual registra el 26%, la entrada del Gimnasio reúne el 18%, Producción Industrial el 8% y por último el acceso ubicado en la Escuela de Ingeniería Forestal el 1% (ver figura 70).

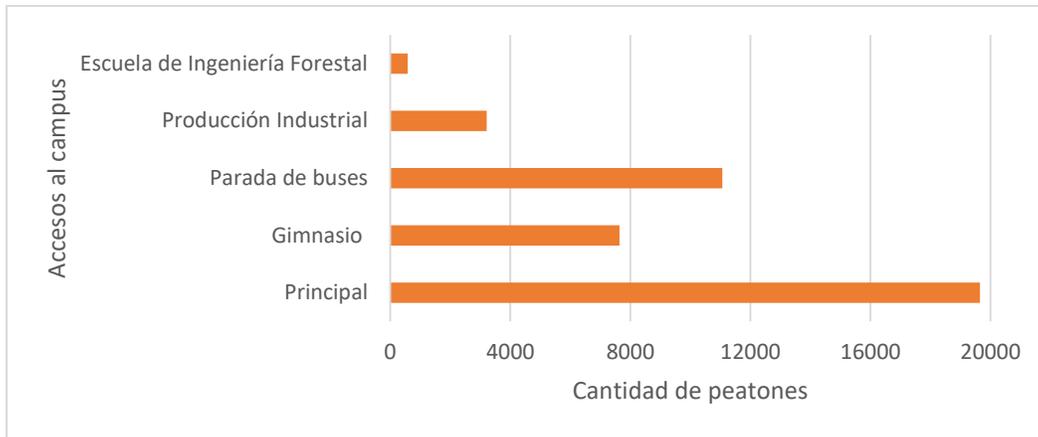


Figura 70. Movilización de peatones agregados por acceso al campus central del TEC

Por otro lado los patrones de movilización peatonal son los mismos en todas las entradas del TEC (ver figura 71), es decir, las horas en las que aumenta y disminuye la movilización de peatones coinciden en todos los accesos. Así, los movimientos de las personas no están relacionados con el acceso utilizado, más bien, estos responden a los bloques de entrada y salida de clases.

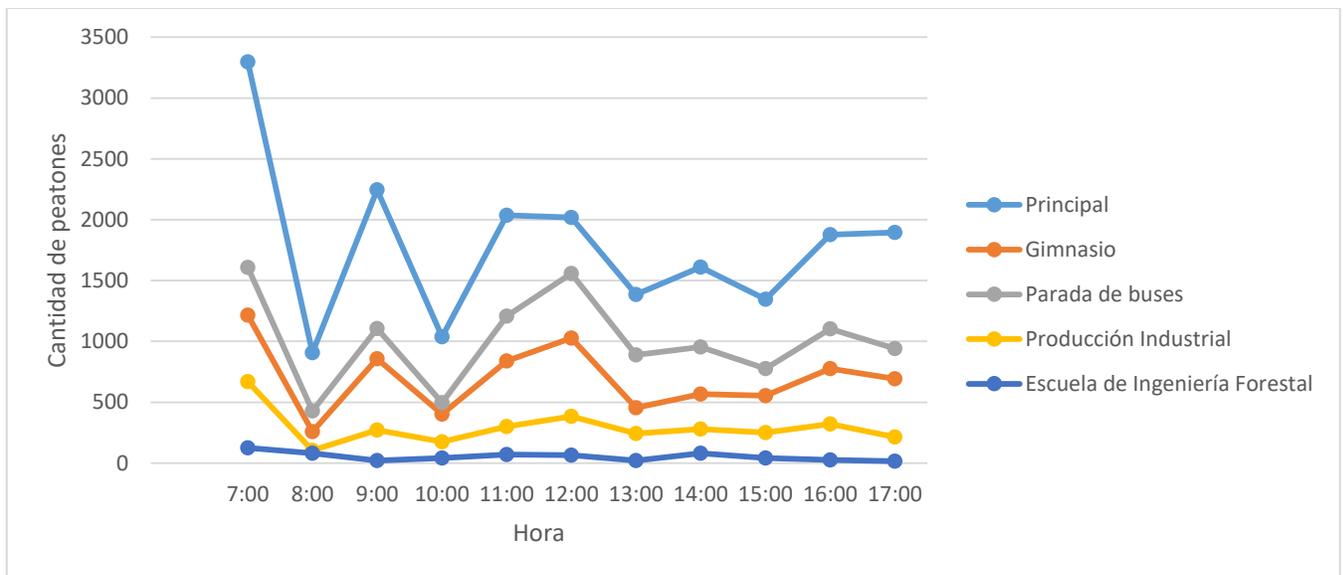


Figura 71. Comportamiento horario por acceso de peatones durante la semana 3 del segundo semestre 2016

4.6.3 Retos y oportunidades

- El 57% de las personas que afirman caminar como modo para trasladarse la distancia más larga hacia el TEC, aseguran sentirse entre satisfechas y muy satisfechas con su modo de movilización. Además, el 63% de estas personas tardan menos de 15 minutos llegando al TEC. Esto representa una oportunidad para promocionar el modo utilizando la experiencia de usuarios actuales.
- Los patrones de movilización peatonal responden a los bloques de entrada y salida de clases de los estudiantes.
- La movilización peatonal tiene una función estructural para el funcionamiento del campus. Es la última etapa del viaje de muchas personas hacia el TEC, así como la etapa principal de otras y es el modo por medio del cual se realizan la mayor cantidad de desplazamientos cortos de entrada y salida a la institución durante el día.

4.7 MOVILIDAD DENTRO DEL CAMPUS

Con la información obtenida se concluye que la movilización dentro del campus es predominantemente peatonal, el 95% de las personas que respondieron a la encuesta, afirma que dentro del campus normalmente se moviliza caminando (ver figura 72).

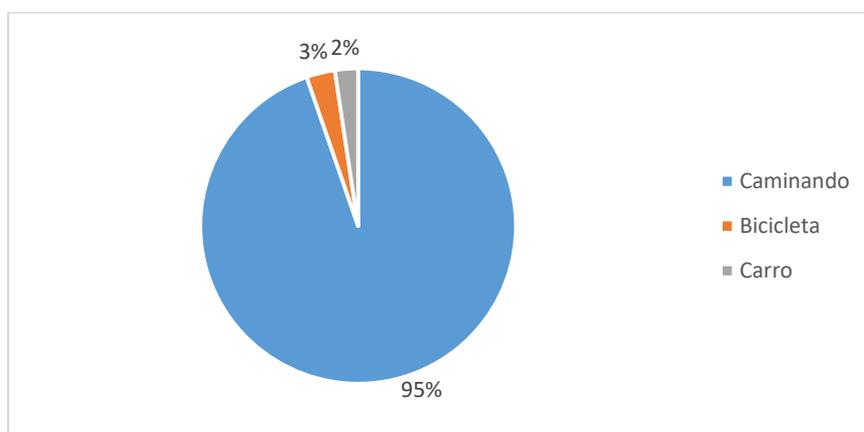


Figura 72. Modo de movilizarse dentro del campus central del TEC por parte de estudiantes y funcionarios.
Fuente: encuesta de movilidad 2016

La principal razón que motiva este comportamiento es que no hay más opciones de movilización disponibles. Las personas encuestadas consideran que los desplazamientos normalmente son cortos por lo que son distancias caminables y rápidas. Además, muchos de

los encuestados afirmaban que preferían caminar en vez de movilizarse con su vehículo para evitar tener que buscar espacio de parqueo, este motivo se ve reflejado en la figura 73 bajo el nombre de “No encontrar parqueo para el vehículo” y fue añadido a los motivos a raíz de la gran cantidad de respuestas que lo mencionaban.

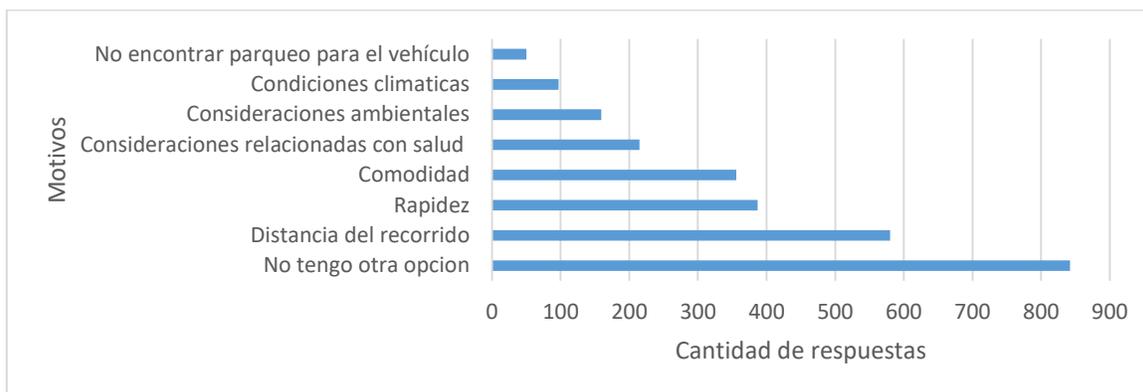


Figura 73. Motivos de la selección del modo para movilizarse dentro del campus central del TEC por parte de estudiantes y funcionarios.

El 65% de las personas considera que la infraestructura del campus y alrededores es amigable para peatones y afirma estar entre satisfecha y muy satisfecha con ella, únicamente un 9% considera lo opuesto. Las personas que se sienten insatisfechas y muy insatisfechas con la infraestructura peatonal del campus principalmente consideran que debería mejorar en la protección antes condiciones climáticas, es decir, que ésta tenga pasos techados continuos, con techos amplios y en buen estado que protejan de la lluvia. Además, se considera que la infraestructura debe mejorar su drenaje de aguas, la conectividad de las rutas peatonales, así como la iluminación y señalización para una mejor convivencia con los vehículos.

Así, la movilización interna en el campus central del TEC es principalmente peatonal, pero el diseño del campus no está pensando de esta manera. Esto pues a pesar de que en el campus la prioridad de paso en las calles sea peatonal, los peatones deben movilizarse en un espacio donde las vías de movilización de vehículos cortan las rutas peatonales y donde se convierten espacios verdes de esparcimiento en área de parqueo para vehículos

Vale la pena aclarar que en el presente trabajo no se hizo un estudio de la señalización interna, tampoco de la infraestructura ni de las rutas de movilización dentro del campus.

4.7.1 Transporte interno

El campus actualmente está en crecimiento y no cuenta con transporte interno. Algunos de los sitios están quedando desconectados unos de otros, por ejemplo la Escuela de Ingeniería Forestal y los nuevos edificios construidos y en proceso de construcción al extremo este del campus.

Al 83% de la población encuestada le gustaría contar con un transporte interno. A la mayoría de las personas le gustaría contar con un autobús eléctrico como transporte interno, seguido de un servicio de bicicletas (ver figura 74).

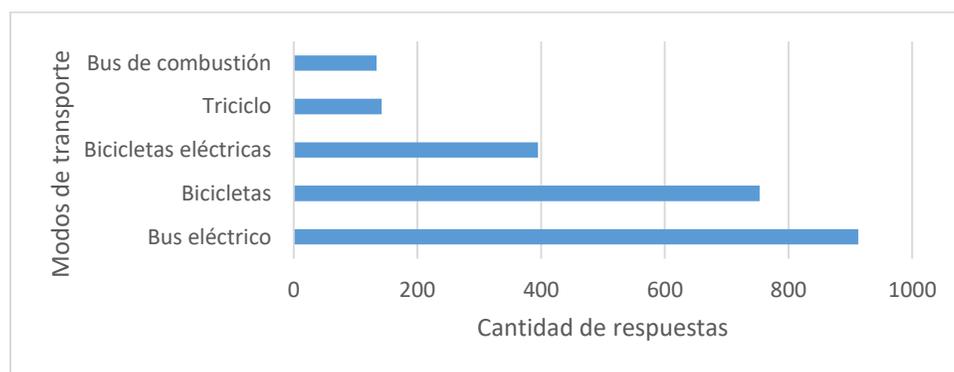


Figura 74. Modos en los que a la población del TEC le gustaría moverse dentro del campus.

4.7.2 Retos y oportunidades

- La movilidad dentro del campus es predominantemente peatonal.
- La alta ocupación de los parqueos es una oportunidad para incrementar la movilidad peatonal en el campus, pues muchas personas que tienen su carro en algún parqueo prefieren caminar antes que perder su espacio de parqueo.
- El campus está creciendo y al no contar con transporte interno algunos de los sitios están quedando desconectados unos de otros. El implementar un sistema de transporte eficiente que conecte el campus es un reto para la institución.

4.8 INTERMODALIDAD

Actualmente no se brindan condiciones para que los estudiantes y funcionarios combinen varios modos de transporte para llegar y salir del TEC. Por medio de la diferencia entre la distribución modal declarada y la registrada se evidencia que las personas realizan viajes en varias etapas y varios modos para llegar al TEC, por ejemplo una etapa en bus y caminando la última etapa. No se identificaron actuaciones del TEC para promover la combinación eficiente de modos dentro ni fuera del campus. La institución podría, por ejemplo, instaurar un transporte a la estación del tren y buses con espacio para bicicleta para promover la intermodalidad.

4.9 MOVILIZACIÓN DE CARGA

La movilización de vehículos de carga no es el foco de este trabajo, pero se considera importante incluir una breve descripción de los movimientos de estos vehículos con el fin de visibilizar su tránsito por el campus.

Los vehículos de carga registrados corresponden en su mayoría a camiones de entrega de mercancía. Es importante resaltar que no se registró carga pesada, esto pues a los vehículos que ingresan a la institución con material de construcción se les adecuó una entrada específica al este del campus.

Durante la semana 3 del segundo semestre del 2017 se registró la entrada de 237 vehículos de carga. Estas movilizaciones no siguen un patrón horario (ver figura 75). Durante las horas pico de tránsito vehicular se registra movilización de vehículos de carga, en la semana se registraron 13 vehículos de carga en la hora pico de 7 am a 8 am, 24 vehículos de 9 am a 10 pm y 18 de 12 md a 1 m.

Es decir, los vehículos de entrega de mercancías no están siguiendo ninguna regulación horaria y además están aumentando la presión en la entrada principal del TEC en la hora pico de tránsito tanto vehicular y como peatonal. Además representan un factor de peligro para los peatones que circulan a esas horas por el campus.

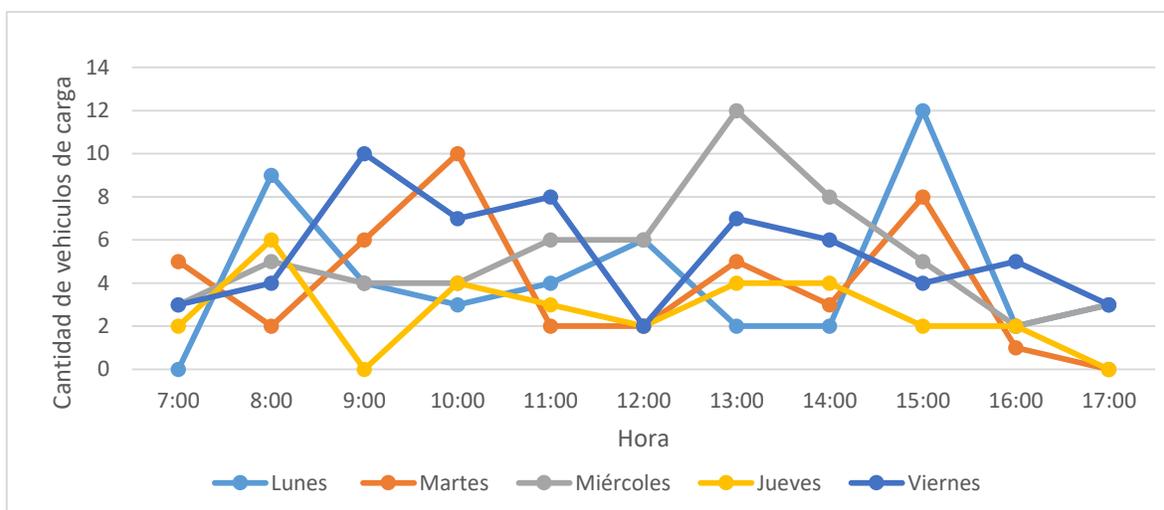


Figura 75. Registro de movilizaciones en sentido entrada de vehículos de carga por la entrada principal durante la semana 3 del segundo semestre del 2016.

4.10 PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN CON RESPECTO A MOVILIDAD

La actividad participativa realizada el 22 de setiembre del 2016 recibió un total de 69 aportes. Mediante su procesamiento se logró identificar 4 áreas de acción clave, las cuales reúnen las ideas de estudiantes y funcionarios para mejorar la movilidad en el campus. En el cuadro 24 se muestran las 4 áreas clave, movilidad peatonal, movilidad en bicicleta, transporte público y espacio público interno y movilidad motorizada, con los principales aportes por cada una de ellas.

Cuadro 24. Áreas de acción clave para mejorar la movilidad según información recolectada en la actividad participativa

Movilidad Peatonal	Movilidad en bicicleta	Transporte y espacio público interno	Movilidad motorizada
-Mejora en drenaje de aceras	-Techar los parqueos de bicicletas	-Prioridad de paso a los buses en hora pico	-Implementar una plataforma que promueva el Carpooling
-Colocar techo en el camino hacia la Escuela de Ingeniería Forestal	-Instalar un parqueo de bicicleta en el edificio D3	-Mismo bus que hace la ruta hacia Cartago funcione como transporte interno rodeando el campus	-Cobrar peaje a los vehículos con 1 solo pasajero
-Reparar los techos de los pasillos	-Capacidad de movilizar bicicletas en los buses	-Tren interno	-Dar incentivos a personas que hagan Carpooling

-Permitir el uso de patines y patinetas	-Implementar un sistema de préstamo de bicicletas	-Mejorar el estado de las zonas verdes	-Mejorar la señalización del campus
-Mejorar la accesibilidad de los accesos al TEC	-Instalar una Ciclovía en el eje central de movilización de peatones	-Generar otro centro de reunión social en la zona de aulas, al este del campus	-Realizar días sin carro varias veces al semestre
	-Mejorar las entradas al campus de manera tal que estas se adapten a las bicicletas		
	-Construir un circuito biosaludable		

Mediante esta actividad se puede concluir que los estudiantes y funcionarios consideran prioritario mejorar las condiciones de accesibilidad de los accesos al campus, así como el estado de las aceras internas, especialmente en relación con el drenaje y protección ante condiciones climáticas. Además se considera importante permitir la movilización en patineta y en patines.

En relación con la movilidad en bicicleta se considera necesario techar los parqueos de bicicleta, instalar más unidades, construir una ciclovía interna e implementar un sistema de préstamo de bicicletas. Por su parte se considera necesario promover la intermodalidad en los buses.

Además los estudiantes y funcionarios consideran de suma importancia la implementación de un sistema de movilidad interno y mejorar el estado de las zonas verdes disponibles. Por último se sugiere desincentivar la movilidad motorizada al implementar un peaje institucional y promover el carpooling.

Por otro lado mediante la Encuesta de Movilidad aplicada en el segundo semestre del 2016 se logró identificar características de la población que podrían ser de utilidad para planificar una campaña que promueva una movilidad más sostenible (ver figura 76), así como el tipo el tipo de incentivos que motivarían a estudiantes y funcionarios de una mejor manera a movilizarse de una manera más sostenible (ver figura 77)

De esta manera, se obtienen las siguientes conclusiones que describen la percepción de la población de estudiantes y funcionarios del campus con respecto a la movilidad personal:

- Al 42% de la población del campus no le gusta esperar a otras personas, por lo tanto, para promover el Carpooling en la institución es importante diseñar una plataforma que agilice los encuentros entre personas que se dirigen en la misma ruta a horas similares.
- El 13% de la población está de acuerdo y muy de acuerdo con que las personas deberían utilizar su vehículo tanto como quieran. Por tanto, hay una gran proporción de la población que considera que se debe moderar el uso del vehículo.
- Un 67% de las personas encuestadas afirman sentir un deber moral de actuar para contrarrestar el cambio climático. En el caso de los funcionarios esta proporción asciende a 76%. Así, gran parte de la población es receptiva a argumentos ambientales, estos deben ser parte importante de la argumentación de campañas que busquen promover una movilidad más sostenible entre la población del campus.
- Solamente un 19% de la población de funcionarios y estudiantes del campus considera que no son del tipo de personas que le agrada movilizarse en autobús. La mayoría de las personas del campus no se sienten identificadas con esta afirmación. Así, la población estudiantil podría aumentar su movilidad en transporte público de tener condiciones que lo satisfagan.
- El 67% de la población del campus afirma que le gusta moverse caminando, la proporción aumenta en el caso de los funcionarios, donde el 78% afirma que le gusta movilizarse de esta manera. Por tanto es importante que las condiciones del campus fomenten este comportamiento, de manera tal que se promueva e incentive el disfrute de las personas en caminar.
- El 65% de la población considera que debería caminar más para estar en forma y el 63% que debería andar más en bicicleta para estar en forma. De esta manera se concluye que gran parte de la población es receptiva a argumentos relacionados con salud, estos deben ser parte importante de la argumentación de campañas que busquen promover una movilidad más sostenible entre la población del campus.

- Solamente un 19% de la población de funcionarios y estudiantes del campus considera que no son del tipo de personas que le guste movilizarse en bicicleta. La mayoría de las personas del campus no se sienten identificadas con esta afirmación. Así, la población estudiantil podría aumentar su movilidad en bicicleta de tener condiciones que lo satisfagan.
- El 5% de la población considera que manejar el vehículo es una manera de expresarse y solamente un 20% de la población afirma que le gusta manejar el carro por diversión. Es decir, el manejar un vehículo no se considera un disfrute para la mayoría de las personas encuestadas.
- El 40% de las personas asegura que prefiere utilizar el vehículo antes que cualquier modo de transporte, aunque solamente un 15% de la población afirma no estar interesada en reducir el uso del vehículo. Por tanto, una gran parte de los estudiantes y funcionarios encuestados del campus central del TEC podrían estar dispuestos a reducir la utilización de su vehículo si se implementan alternativas acordes a sus necesidades.

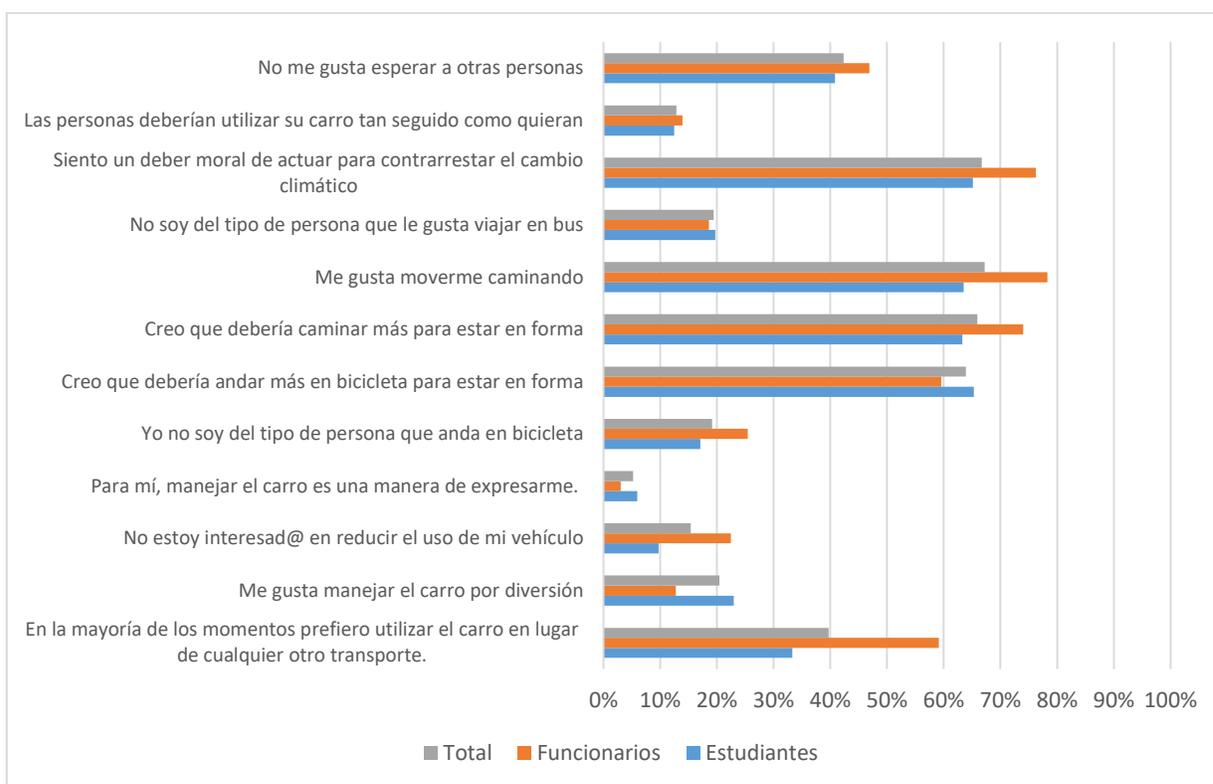


Figura 76. Proporción de respuestas de acuerdo y muy de acuerdo a las afirmaciones sobre prácticas relacionadas con movilidad personal. Fuente: Encuesta de movilidad 2016

Además de buscar conocer la percepción de la población del TEC sobre movilidad, se plantearon 5 incentivos con el fin de evaluar que tan efectivos podrían ser estos motivando a la población del campus para que viaje de una manera más sostenible (ver figura 72). Con estos incentivos se lograría que una mayor cantidad de personas se motiven a viajar en modos de transporte motorizados de una manera más sostenible en comparación con modos no motorizados.

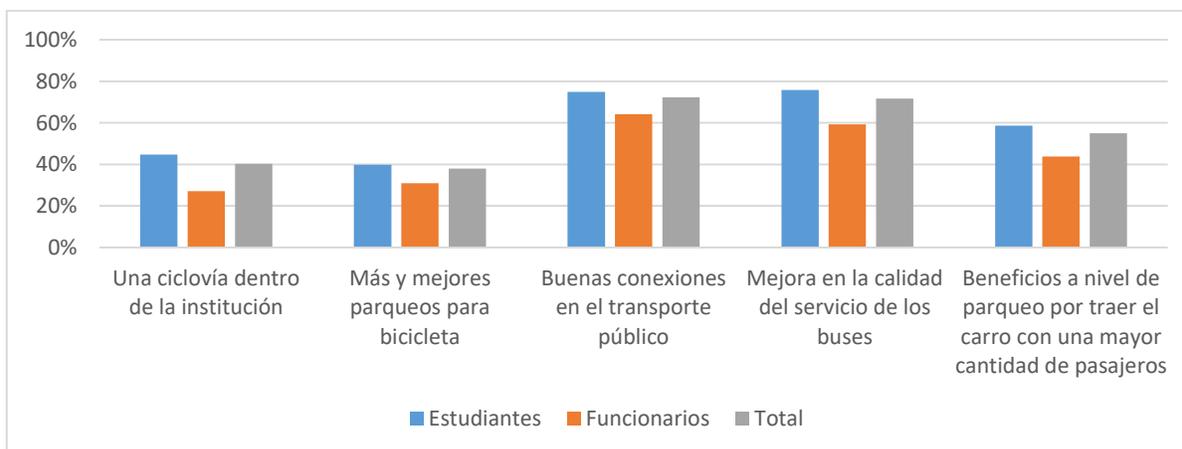


Figura 77. Proporción de respuestas afirmativas a incentivos para viajar de una manera sostenible. Fuente: Encuesta de movilidad 2016

Los incentivos relacionados con transporte público son los que más atraen a las personas. El 72% de la población del TEC afirma que tanto instaurar servicios de buses con buenas conexiones al transporte público, como mejorar la calidad del servicio de buses los motivaría a utilizar este modo. El primero de estos incentivos motivaría a una mayor cantidad de funcionarios, por su parte, mejorar la calidad del servicio de buses motivaría a una mayor cantidad de estudiantes.

El 55% de la población considera que el establecimiento de beneficios a nivel de parqueo para aquellos vehículos que ingresen al campus con alta ocupación de pasajeros es incentivo para hacer carpooling. Además, muchas personas mencionan que, para los choferes, otro posible incentivo para hacer carpooling es compartir los costos del viaje.

Por último, las alternativas planteadas para incentivar la movilidad en bicicleta motivarían a menos de la mitad de la población encuestada. La alternativa “una ciclovía interna dentro de la institución” motivaría a un 40% de las personas a movilizarse en bicicleta, la medida tiene una mejor acogida entre los estudiantes en proporción con los

funcionarios, de los cuales el 45% estudiantes afirma que les motivaría. La medida “más y mejores parqueos de bicicleta” sería un incentivo para el 38% de la población, en este caso son, en proporción, más los funcionarios a los que esto los motivaría en comparación con los estudiantes.

4.11 EMISIONES DE GEI

El transporte tiene impactos o externalidades negativas a nivel social, ambiental y económico, las cuales reducen bienestar de muchas personas. Las externalidades se pueden resumir en contaminación del aire, emisión de GEI con impacto en el cambio climático, accidentes, tiempo perdido en el tráfico, estrés y ruido. (Unidad de Medio Ambiente, 2015)

Si bien es cierto es importante hacer un análisis de todas las externalidades mencionadas anteriormente, en el presente trabajo se hace un enfoque en las emisiones de GEI, puntualmente de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂ equivalente, pues como se mencionó, a nivel país las emisiones generadas por el sector transporte representan uno de los mayores retos que Costa Rica enfrenta en sus esfuerzos de mitigación al cambio climático.

Se calcula que por año, los viajes de vehículos privados a la institución emiten 3338,33 ton CO₂, esto representa un 0,07% del total de las emisiones de CO₂ del sector transporte de Costa Rica, utilizando los datos del último Inventario Nacional de GEI (IMN, 2015). Es decir, la falta de un esquema de movilización sostenible hacia y desde el TEC está ocasionando un impacto importante a nivel de GEI en el país.

En el cuadro 25 se presenta un resumen de los resultados obtenidos, considerando la población completa del campus según los datos del segundo semestre 2016.

Cuadro 25. Emisiones de GEI causadas por los viajes de vehículos privados hacia y desde el TEC.

Categoría o gas	Dato	Valor
Datos generales	Km recorridos/día	2 303
CO ₂	ton CO ₂ /día	18,55
	ton CO ₂ /semestre	1669,17
	ton CO ₂ /año	3338,33
CH ₄	ton CH ₄ /día	0,27
	ton CH ₄ /semestre	24,74
	ton CH ₄ /año	49,47
N ₂ O	ton N ₂ O/día	0,07
	ton N ₂ O/semestre	6,54
	ton N ₂ O/año	13,08
Total CO ₂ eq	ton CO ₂ eq/año	8 432,91

Si la institución no toma medidas para cambiar el esquema de movilidad de las personas que se movilizan en vehículo privado al TEC hacia uno más sostenible, se calcula que las emisiones van a aumentar de manera constante todos los años y en el 2030 se emitirán alrededor de 12 195,57 ton de CO₂eq/año.

4.12 CONDICIONES INSTITUCIONALES EN GESTIÓN DE LA MOVILIDAD

Actualmente el TEC no cuenta con una unidad que se haga cargo de gestionar, ordenar y coordinar la movilidad y el transporte. Las responsabilidades están separadas entre varios departamentos, lo cual da como resultado una descoordinación entre las distintas actividades, y por tanto no se logra dar un enfoque integral a la planificación. Además, no hay claridad sobre la entidad encargada de la ejecución de las funciones relativas a movilidad.

Con base en repetidas reuniones individuales, realizadas entre en el segundo semestre del 2016 y el primer semestre del 2017, con Adriana Aguilar, secretaria administrativa de la FEITEC, Alina Rodríguez, Regente Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica y con Miguel Bustillos, ex coordinador del departamento de Seguridad y Vigilancia, se identificaron 12 actores cuyas funciones tienen competencia directa e indirecta en la gestión de la movilidad del campus central del TEC. En el cuadro 26 se anotan estos actores, su competencia con la movilidad y la función identificada más relevante en relación con movilidad que ejercen actualmente.

Cuadro 26. Actores relacionados con la gestión de la movilidad dentro del campus central del TEC

Actor	Competencia	Función relevante para la movilidad
Oficina de Ingeniería	Directa	Planear las obras de infraestructura y el crecimiento del campus
Departamento de Servicios Generales- Seguridad y vigilancia	Directa	Gestiona la entrada y salida de los vehículos de la institución, así como la seguridad dentro del campus
Departamento de Servicios Generales- tránsito institucional	Directa	Asegura el cumplimiento de la Ley de tránsito dentro de la institución
Departamento de Servicios Generales- Administración y Mantenimiento	Indirecta	Encargado de realizar obras a pequeña escala dentro del campus, como la instalación de parqueos de bicicletas
Federación de Estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica	Directa	Encargada de coordinar las concesiones de los buses (con excepción del Cartago –TEC), además representa a los estudiantes.

Actor	Competencia	Función relevante para la movilidad
Departamento de Gestión Ambiental	Directa	Encargado de promover prácticas de sostenibilidad en la institución
Vicerrectoría de Administración	Directa	Administra la concesión de buses Cartago –TEC, además, agrupa a todos los órganos del Departamento de Servicios Generales y al Departamento de Gestión Ambiental
Departamento de Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DATIC)	Indirecta	Cuenta con los registros de las bases de datos con la cantidad de vehículos que entran y salen de las instalaciones con carné institucional y además los registros de las agujas de los parqueos.
SESLab	Indirecta	Interesado en promover la movilidad eléctrica en bicicleta en el campus
Vicerrectoría de vida estudiantil y servicios académicos	Indirecta	Promoción de prácticas saludables entre la población
Municipalidad de Cartago	Indirecta	Condiciones de las vías y aceras que rodean al campus, además de la administración de BiciPubli Cartago.
Asociación de Funcionarios del TEC (AFITEC)	Directa	Representación de los funcionarios del Instituto Tecnológico de Costa Rica
Centro de Investigación en Vivienda y Construcción (CIVCO)	Indirecta	Tiene conocimientos y proyectos de extensión relacionados con planificación urbana

4.13 HOJA DE RUTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE MOVILIDAD DEL CAMPUS CENTRAL DEL TEC

Con base en la información recolectada y analizada en la presente sección se desarrolló una hoja de ruta para la construcción del Plan de Movilidad Sostenible del campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Para el planteamiento de la hoja de ruta se siguió los lineamientos de las *“Directrices para Desarrollar e Implementar un Plan de Movilidad Urbana Sostenible”* (Rupprecht Consult, 2013).

La hoja de ruta plantea objetivos y una visión a largo plazo. Además, propone 6 líneas de acción (ver figura 78) con el fin de promover la movilidad sostenible tanto dentro del campus como en las movilizaciones externas que generan los usuarios del campus central del TEC

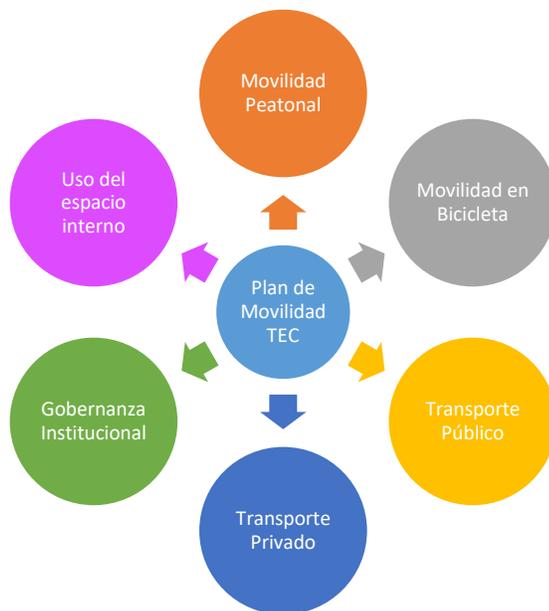


Figura 78. Líneas de acción propuestas para el Plan de Movilidad Sostenible del campus central del TEC

Se plantea un Plan de Acción constituido por 3 etapas de implementación de acciones en el periodo del 2018 al 2031. En total se describen 46 acciones puntuales, las cuales siguen las siguientes 4 líneas conceptuales para promover la movilidad sostenible:

- Evitar, Cambiar y Mejorar (ASI por sus siglas en inglés)
- Empujar y jalar (“push and pull”)
- Gestión de la demanda
- Desarrollo Orientado al Transporte.

Lo planteado en la hoja de ruta se enfoca en mejorar la calidad y la experiencia de los viajes en transporte público, en bicicleta y caminando hacia el TEC, además, promueve un cambio de modo de transporte de vehículos privados a transporte colectivo eficiente y otros medios más limpios. También, busca mejorar las dinámicas de movilización a lo interno del campus considerando una planificación integral de la movilidad y el transporte. En el Anexo 8 se encuentra este documento completo.

5 CONCLUSIONES

El TEC ha resuelto la presión reciente de los usuarios de la institución en transporte implementando mejoras en infraestructura, principalmente para el transporte privado: parqueos y ampliación de vías. No ha tomado en cuenta las necesidades ni los deseos de movilización de los usuarios. Este enfoque de acción deja de lado la perspectiva de movilidad, y promueve la utilización del vehículo privado.

La planificación institucional no ha considerado la manera en la que tanto estudiantes como administrativos y profesores se trasladan a la institución. Así que no se han tomado consideraciones para que estos viajes se realicen de una manera más eficiente y sostenible.

Se descubrió poca variación en los patrones horarios de movilización de personas, esto tanto entre los días de semana, como a inicios y mediados del semestre. Se detectó que los picos de movilización están relacionados con la entrada y salida de los bloques de lecciones. Es decir, las movilizaciones de entrada y salida al campus son predecibles, lo cual facilita la planificación eficiente de opciones de movilización que se adapten a las necesidades de grandes grupos de usuarios.

La entrada principal cumple un papel crítico ya que esta concentra el mayor flujo de movilización de personas, representando un riesgo para la movilización de entrada y salida al campus. Si este acceso se inhabilitara por alguna emergencia, la movilización en el campus se vería en crisis. Por tanto, es de suma importancia mejorar las condiciones de los demás accesos.

La mayoría de las personas que asisten al campus se movilizan por modos de transporte sostenibles, como bus, caminar y bicicleta. Pero a una gran parte de estos le gustaría hacerlo en modos motorizados, especialmente las personas que se movilizan en bus las cuales encuentran insatisfechas con su movilización. Por tanto, es esencial que la institución no solo concentre sus políticas y proyectos en promover el cambio hacia modos sostenibles, sino también en mejorar la calidad del viaje de las personas que ya están viajando de esta manera. El resultado será la prevención de cambios a modos motorizados y personas eligiendo modos más sostenibles no porque no tengan elección, sino porque les parece la mejor opción.

Un porcentaje importante de la población que viaja en vehículo privado al campus central del TEC inicia su viaje desde el cantón central de Cartago. Se detecta un gran potencial de cambiar estos viajes a modos de transporte no motorizados, como caminar o andar en bicicleta, de manera tal que se promueva una mayor actividad física y el transporte bajo en emisiones. Vale la pena aclarar que para generar este cambio es crucial que la institución brinde las condiciones adecuadas.

El campus está creciendo en sentido horizontal sin una estructura de usos mixtos, esto produce que haya una gran movilización entre zonas que se dificulta cada vez más por la ausencia de un transporte interno. Con el fin de evitar que ciertas zonas del campus se aíslen, es importante que la institución considere la implementación de un transporte interno, por ejemplo un sistema de préstamo de bicicletas o un bus eléctrico.

Por último, el implementar un esquema de movilidad sostenible que reduzca los viajes motorizados hacia y desde el campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica, corresponde a una acción de mitigación al cambio climático que podría tener un impacto importante en las emisiones del sector transporte de Costa Rica.

6 RECOMENDACIONES

- i. Seguir recomendaciones y las medidas propuestas en el **Anexo 8 “Hoja de Ruta para Construcción del Plan de Movilidad Sostenible del Instituto Tecnológico de Costa Rica”**. En éste se encuentran desde medidas para cambiar el sistema de movilización del campus a uno sostenible hasta una lista de los pasos siguientes para terminar la construcción del Plan de Movilidad Sostenible del campus.
- ii. Implementar la medición de datos de transporte y de movilidad de manera periódica y sistemática. Como mínimo se sugiere aplicar la encuesta de movilidad del Anexo 2 una vez por semestre a una muestra representativa de la población.
- iii. Realizar aforos peatonales, ciclistas y vehiculares dos veces por semestre, idealmente durante la semana 3 y la 13 con el fin de que los datos sean comparables. Por otro lado, es conveniente agregar a la información de registro vehicular solicitada por

DATIC a los vehículos de funcionarios y estudiantes, el tipo de combustible que utilizan los vehículos y si cuentan con catalizador, esto para mejorar los cálculos de las emisiones.

- iv. Realizar un estudio de tránsito en el que se midan las capacidades de las calles de acceso a la institución, así como las capacidades de las aceras. También se sugiere evaluar la infraestructura tanto vial como peatonal de las zonas exteriores al campus.
- v. Elaborar un análisis de las movilizaciones a nivel interno del campus en todos los modos. En este estudio se deben identificar las rutas más transitadas por modo, además de hacer un estudio de la infraestructura, de la accesibilidad, seguridad e iluminación, de la señalización y ruido ocasionado por el transporte.
- vi. Iniciar con un registro claro de los visitantes que ingresan a la institución, del motivo de visita y del modo de ingreso. Esto es de suma importancia para poder analizar el flujo de visitantes, su impacto en campus y poder tomar medidas para mitigarlo.
- vii. Evaluar el costo de inversión y beneficios actuales y futuros en parqueos para vehículos privados en comparación con la inversión en infraestructura para promover la movilidad no motorizada.
- viii. Realizar una modelación de escenarios de cambio modal relacionados con las medidas descritas en el anexo 8, esto es de gran utilidad para priorizar las medidas y direccionar financiamiento de la manera más eficiente.
- ix. Replicar el análisis de movilidad realizado en el presente estudio en las otras sedes del Instituto Tecnológico de Costa Rica para que la institución inicie de manera conjunta el proceso de gestión de su movilidad.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Ascher, F. (2005). *Les sens du mouvement : modernités et mobilités*. (S. Allemand, F. Ascher, & J. Lévy, Eds.). París: Belin – IVM.
- Balsas, C. J. . (2003). Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy*, 10(1), 35–49. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(02\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00028-8)
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. *Oxford Paperbacks*, 400. <https://doi.org/10.2307/2621529>
- Buis, J. (2009). A new Paradigm for Urban Transport Planning: Cycling Inclusive Planning. In *Pre-event Training Workshop on Non-Motorized Transport in Urban Areas, 4th Regional EST Forum in Asia*. Seoul.
- CAF. (2011). *Desarrollo urbano y movilidad en América Latina*. (CAF, Ed.), Banco de desarrollo de America Latina CAF.
- Centro de Colaboración Cívica. (2014). *Manual de participación en políticas de movilidad y desarrollo urbano*. México D.F: ITDP.
- CONARE. (2012). *Marco de Gestión Ambiental y Social del Proyecto MEJORAMIENTO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR*. San José.
- Departamento de Admisión y Registro. (2016). *Estudiantes Matriculados por Género 2016*. Cartago.
- Departamento de Admisión y Registro. (2017). *Estudiantes Matriculados por Género 2017*. Cartago.
- Dirección Sectorial de Energía. (2004). *Encuesta de consumo energético nacional en el sector transporte de Costa Rica*. San José.

- Do Nascimento, P. L., & Magalhaes, Z. (2003). Determinación del Tamaño de la muestra para encuestas de hogares en dos etapas considerando el efecto de diseño. *Taller Regional Del MECOVI*, 213–223.
- Espinoza, G. (2017). *Funcionarios 2017*. Cartago.
- FEITEC. (2017). *Horarios y rutas de buses*. Cartago.
- Focault, M. (1975). *Vigilar y Castigar* (2nd ed.). Buenos Aires: siglo veintiuno.
- google.com. (2017). Ubicación del TEC. Retrieved October 22, 2017, from [https://www.google.es/maps/place/Tecnológico+de+Costa+Rica+\(TEC\)/@9.8572523,-83.9145017,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8fa0dff29640d73b:0xc11e19b85da8947f!8m2!3d9.857247!4d-83.912313](https://www.google.es/maps/place/Tecnológico+de+Costa+Rica+(TEC)/@9.8572523,-83.9145017,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8fa0dff29640d73b:0xc11e19b85da8947f!8m2!3d9.857247!4d-83.912313)
- Green House Gas Protocol. (2013). *Calculating Scope 3 Emissions*. Retrieved from <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Gutiérrez, A. (2009). Movilidad o inmovilidad: ¿qué es la movilidad? Aprendiendo a delimitar los deseos. *Xv Clatpu*, (2008), 14.
- Gutiérrez, A. (2012). ¿qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Bitacora Urbano Territorial*, 21(2), 61–74.
- Horanont, T., Phithakkitnukoon, Santi Leong, T. W., Sekimoto, Y., & Shibasaki, R. (2013). Weather Effects on the Patterns of People's Everyday Activities: A Study Using GPS Traces of Mobile Phone Users. *PLOS One*, 8(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081153>
- IEA-OCDE. (2009). *Transport Energy and CO2 : Moving towards Sustainability*. Energy. <https://doi.org/10.1787/9789264073173-en>
- IMN. (2015). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono, 2012*. San José.
- IMN. (2017). *Factores de emisión de GEI*. San José.

- Incofer. (2017). Horario Tren Urbano Cartago – Estación Atlántico. Retrieved October 20, 2017, from <http://www.incofer.go.cr/tren-urbano-cartago-estacion-atlantico/>
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2012a). *Plan Estratégico 2011-2015*. Cartago.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2012b). *Proyecto Mejoramiento de la Educación Superior, Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Cartago.
- IPCC. (2015). *Climate Change 2014 Synthesis Report. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- ITDP. (2011). La movilidad en bicicleta como política pública. In M. J. P. Herrera (Ed.), *Ciclociudades, Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas*. México.
- ITDP. (2014a). *Conteo ciclista 2013*. (A. Leal, Ed.). México D.F.
- ITDP. (2014b). *Standard de Desarrollo Orientado al Transporte*. New York.
- Lara, J. . (2015, March 23). Alquiler de bicicletas gana más velocidad en Cartago. *La Nación*. San José. Retrieved from http://www.nacion.com/tecnologia/avances/Alquiler-bicicletas-gana-velocidad-Cartago_0_1477052298.html
- Lazo, A. (2008). MOVILIDAD, TRANSPORTE Y ACCESO: UNA RENOVACIÓN APLICADA AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL. *Revista Electrónica de Geografía Y Ciencias Sociales, XII*. <https://doi.org/1138-9788>
- MINAE. (2015). *VII Plan Nacional de Energía 2015-2030*. San José.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 “Alberto Cañas Escalante.”* San José.
- Obra Social Caja Madrid. (2010). *Movilidad Urbana Sostenible: un reto energético y ambiental*. *Obra Social Caja Madrid*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Movilidad+Urbana>

+Sostenible:+Un+reto+energ?tico+y+ambiental#0

OCDE. (2014). *The Cost of Air Pollution: Health impacts of road transport*.
<https://doi.org/10.1787/9789264210448-en>

Oficina de Ingeniería. (2016a). *Borrador del Master Plan 2016-2026*. Cartago.

Oficina de Ingeniería. (2016b). *Mapa 2- Vialidad y Parques*. Cartago.

Oficina de Planificación Institucional. (2016). *PLAN ANUAL OPERATIVO 2016*. Cartago.

OpenStreetMap. (2017). Ubicación Instituto Tecnológico de Costa Rica. Retrieved May 6, 2017, from <https://www.openstreetmap.org/way/40819609#map=14/9.8620/-83.9174>

Pardo, C., Caviedes, A., & Calderón, P. (2013). *Estacionamientos para bicicletas: Guía de elección, servicio, integración y reducción de emisiones*. Bogotá.
<https://doi.org/10.1080/09654313.2012.650903>

Pardo, C. F. (2010). Sustainable Urban Transport. In *Shanghai Manual – A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century* (p. 38). Shanghai: United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA). <https://doi.org/10.3141/2243-05>

PNUD. (2013). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Informe nacional sobre desarrollo humano 2013. Aprendiendo a vivir juntos: Convivencia y desarrollo humano en Costa Rica*. San José.

Programa Estado de la Nación. (2015). *Vigésimo primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible/ PEN*. (P. E. de la Nación., Ed.) (1st ed.). San José: PEN 2015.

Rojas, E. (2016). *Informe de Pacientes Estudiantes-Funcionarios Consulta Nutricional 2014-2015*. Cartago.

Rupprecht Consult. (2013). *Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*. Brussels. Retrieved from http://www.eltis.org/sites/eltis/files/sump_guidelines_en.pdf

- TEC. (2011). *Plan de Infraestructura 2011-2026*. Cartago.
- TEC. (2017). SEDE CENTRAL CARTAGO. Retrieved March 19, 2017, from <https://www.tec.ac.cr/ubicaciones/sede-central-cartago>
- The Centre for Sustainable Transportation. (2005). *Defining Sustainable Transportation. Transport Canada*. Retrieved from http://cst.uwinnipeg.ca/documents/Defining_Sustainable_2005.pdf
- U.S Department of Housing and Urban Development. (2016). *Creating Walkable & Bikeable Communities*. Washington D.C.
- UNEP-DTIE. (2012). *Cities and Buildings UNEP initiatives and projects*.
- Unidad de Medio Ambiente. (2015). *Plan de Movilidad Sostenible Universitat Politècnica de Valencia - Diagnóstico de la Situación Inicial*. Valencia.
- Unidad de Seguridad y vigilancia. (2016). *Parqueos TEC, Seguridad y Vigilancia*. Cartago.
- United Nations. (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)*. New York, United. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2005.12.9>
- World Business Council for Sustainable Development. (2004). *Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability. The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*.
- World Economic Forum. (2011). *Repowering Transport*. (J. Moavenzadeh, M. Torres-Montoya, & T. Gange, Eds.), *Repowering Transport*.

ANEXOS

ANEXO 1. HOJAS PARA LA REALIZACIÓN DE AFOROS

Censo Vehicular Tecnológico de Costa Rica						
Fecha	Sitio					
Encargado	Servicio					
Hora	Vehículos (amolar ocupación) 	Buses 	Motos 	Camiones de carga 	Taxis 	Observaciones
Tot.						

Conteo de Peatones y Bicicletas Tecnológico de Costa Rica

Fecha		Sitio	
Encargado		Sentido	
Hora	 Peatones	 Ciclistas	Observaciones
Total			

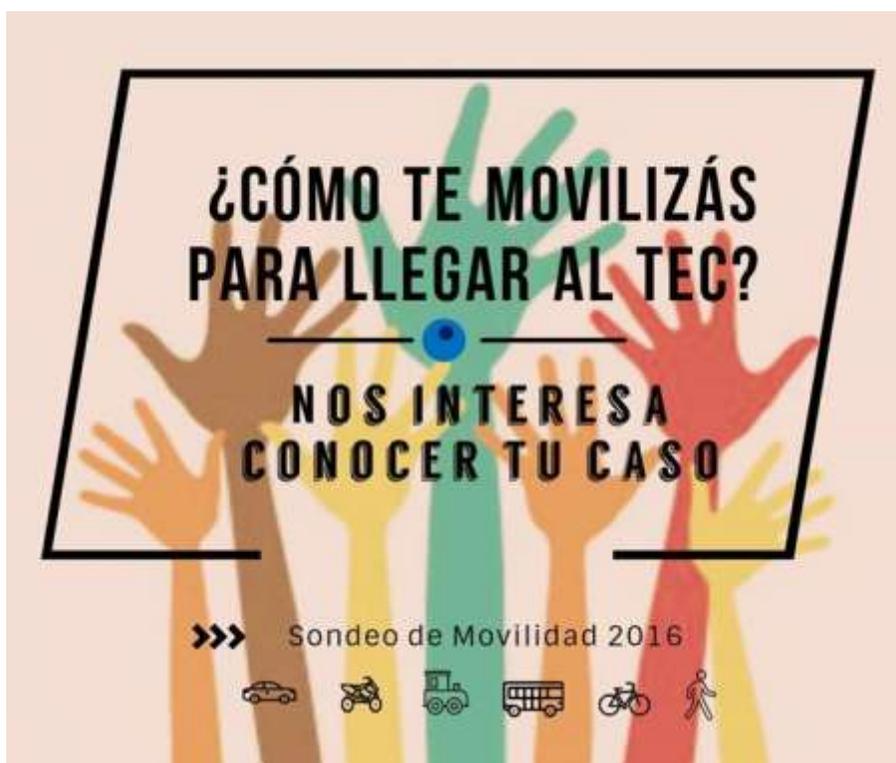
Conteo de Peatones, Bicicletas y Vehículos en el Tecnológico de Costa Rica

Sitio			Fecha									
Clima			Eneurogabo									
Hora	Peatones 	Ciclistas 	Vehículos (anotar ocupación) 	Motos 	Buses 	Observaciones						
Total												

ANEXO 2. AFICHES DISEÑADOS PARA VOLUNTARIOS EN AFOROS.



ANEXO 3. AFICHE DISEÑADO PARA DIFUNDIR LA ENCUESTA



ANEXO 4. ENCUESTA DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE TEC

Sondeo de Movilidad y Transporte TEC

Este sondeo es parte esencial del proyecto “Análisis y diseño de mejoras en la movilidad del Campus Central del TEC con un enfoque sostenible”, apoyado por el departamento de Gestión Ambiental del TEC. Este sondeo pretende conocer la manera en la que tanto estudiantes como funcionarios se movilizan para llegar y para abandonar el TEC, con el fin de realizar una planificación adecuada y diseñar propuestas que mejoren el sistema de transporte y la calidad de vida de tod@s.

Llenar este sondeo le tomará 10 minutos y está distribuida en 10 secciones, muchísimas gracias de antemano por el tiempo que invierta, su apoyo es realmente indispensable para obtener resultados de calidad.

Sección 1: Información General

1. ¿Cuál es su relación con el TEC?
 - Soy funcionario (o profesor)
 - Soy estudiante
2. ¿Normalmente sus actividades son realizadas en la Sede Central, Cartago, del TEC?
 - Si
 - No (De por finalizada la encuesta, muchas gracias por su interés)
3. ¿Cuál es su género?
 - Masculino
 - Femenino
 - Otro
4. ¿Cuál es su edad?
 - Igual o menor a 20 años
 - 21-24 años
 - 25-34 años
 - 35-44 años
 - 45-54 años
 - 55-64 años
 - 65 o más años
5. ¿Desde dónde viaja cuando va al TEC la mayoría de las veces?
 - Provincia: _____
 - Cantón: _____
 - Distrito: _____
6. ¿Cuáles son los edificios dentro del campus a los que asiste más seguido?(puede escribir hasta 3 opciones)

- _____
- _____
- _____

Sección 2: Viajando hacia y desde el TEC

1. ¿En un día regular a qué hora sale de su casa para ir al TEC? Escoja una opción en cada día que asiste a la institución.

Día/Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
No voy este día al TEC					
Antes de las 5:30 am					
5:30-6:00					
6:00-6:30					
6:30-7:00					
7:00-7:30					
7:30-8:00					
8:00-8:30					
8:30-9:00					
Después de las 9 am					

2. Usualmente, ¿cuánto tiempo tarda llegando al TEC?

- Hasta 15 minutos
- 15-30 minutos
- 30-45 minutos
- 45-60 minutos
- Más de 60 minutos
- 60-90 minutos (hora y media)
- Más de 90 minutos

3. ¿En un día regular a qué hora se va de las instalaciones del TEC? Escoja una opción en cada día que asiste a la institución.

Día/Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
No voy este día al TEC					
Antes de las 12:00 md					
12:00 md- 1:00 pm					
1:00 pm- 2:00pm					
2:00 pm- 3:00 pm					
3:00 pm-4:00pm					
4:00 pm-5:00pm					

5:00 pm-6:00pm					
Después de las 6 pm					

4. ¿Cuál medio utiliza usualmente para transportarse la distancia más larga del viaje?
- Carro, viajando solo
 - Carro, viajando con otras personas (carpooling)
 - Motocicleta
 - Tren
 - Bus
 - Bicicleta
 - Caminando
 - Otro _____

Sección 3: Motivos de la selección del transporte

1. ¿Cuáles de las siguientes consideraciones determinan la selección del medio de transporte en el cual viaja la distancia más larga? (Seleccione todas las opciones que lo representen)
- No tengo otra alternativa
 - Es la manera más rápida (tiempo)
 - Conveniencia/flexibilidad
 - Bajo costo
 - Privacidad
 - Consideraciones relacionadas a la salud
 - Consideraciones ambientales
 - Es la manera más cómoda de viajar
 - Combinación entre dejar/recoger miembros de la familia y/o comprar
 - Tengo que llevar mucho equipaje conmigo
 - No lo pienso mucho, siempre he viajado así
 - Distancia de movilización
 - Otra _____
2. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el medio de transporte que utiliza habitualmente?
- Muy satisfecho
 - Satisfecho
 - Neutral
 - Insatisfecho
 - Muy insatisfecho

3. ¿Le gustaría viajar al TEC de alguna otra manera? (Puede marcar varias opciones)
- No (Por favor pase a la siguiente sección)
 - Si, caminando
 - Si, en bicicleta
 - Si, en bus
 - Si, en tren
 - Si, en motocicleta
 - Si, en carro
 - Si, en carpooling
4. ¿Cuáles son las razones principales que influyen en que usted NO use ese otro transporte alternativo? (Seleccione todas las opciones que lo representen)
- Costos más altos
 - Mayor tiempo de viaje
 - Poca flexibilidad de horario
 - Menor grado de privacidad
 - Incertidumbre en el tiempo de llegada
 - Condiciones climáticas
 - La distancia entre la terminal y el sitio al que se dirige.
 - Motivos físicos o de salud
 - No conozco funcionarios ni estudiantes que quieran hacer “carpooling”
 - No puedo llevar el equipaje que necesito conmigo
 - Motivos relacionados a seguridad
 - Otra _____

Sección 4: Utilización de Vehículo

1. ¿Usted frecuentemente usa el carro para viajar hacia y desde el TEC?
- Sí, siempre que voy al TEC voy en carro
 - Sí, ocasionalmente uso el carro
 - No, nunca voy en carro (Pasa a la siguiente sección)
2. ¿Cuánto tiempo tarda encontrando un espacio para parquear su vehículo?
- Encuentro un espacio inmediatamente
 - Entre 5 y 10 minutos
 - Entre 10 y 20 minutos
 - Más de 20 minutos
3. ¿En cuál parqueo de la institución estaciona su vehículo más frecuentemente?
- _____

4. ¿Qué tan satisfecho está con la calidad de las instalaciones de los parqueos del TEC?
- Muy satisfecho
 - Satisfecho
 - Neutral
 - Insatisfecho (Por favor pase a la pregunta 4A)
 - Muy insatisfecho (Por favor pase a la pregunta 4A)

4A. ¿Por qué no está satisfecho con las instalaciones de los parqueos?

5. ¿Qué opina de la introducción de las agujas para controlar la entrada en los parqueos?
- Útiles
 - Me son indiferentes
 - Un problema (Por favor pase a la pregunta 5A)

5A. ¿Por qué?

Sección 5: Carro Compartido (Carpooling)

1. Una manera mucho más sostenible de viajar en carro es viajar junto a otras personas. Si se estableciera una plataforma de carpooling para la institución, ¿la usaría?
- Si
 - Tal vez
 - No

Sección 6: Bicicletas

1. Si el TEC implementara un sistema de préstamo de bicicletas para movilización dentro del campus, ¿lo utilizaría?
- Si
 - Tal vez
 - No
2. ¿Alguna vez ha parqueado su bicicleta en el TEC?
- Si
 - No (Por favor, pase a la siguiente sección)
3. ¿Normalmente en dónde parquea su bicicleta?

- En la infraestructura para parqueos de bicicleta construida para este fin.
 - En postes, verjas o algún otro espacio similar no construido para parquear bicicletas.
4. ¿Cuál es su opinión sobre la cantidad y calidad de los parqueos de bicicleta del TEC?
- Muy satisfecho
 - Satisfecho
 - Neutral
 - Insatisfecho (Por favor pase a las preguntas 4A- 4B)
 - Muy insatisfecho (Por favor pase a las preguntas 4A- 4B)

4A. ¿Por qué no está satisfecho?

4B ¿Dónde cree que serían necesarios nuevas instalaciones de parqueos para bicicletas?

5. Cuando su medio de transporte es la bicicleta, ¿Cuál entrada utiliza para hacer ingreso al TEC?
- Entrada principal
 - Gradadas frente a la parada de buses
 - Portón por residencias/gimnasio
 - Portón por Producción/Materiales
 - Maderas

Sección 7: Buses

1. ¿Cuál bus toma para llegar al TEC la mayoría de las veces?
- Lumaca o algún otro servicio de buses sin relación directa con el TEC
 - Servicio de buses al TEC directo (por favor pasar a la 1A)
 - Ninguno (por favor pasar a siguiente sección)

1A. Si utiliza el servicio del TEC, ¿Cuál ruta de bus utiliza con más frecuencia?

2. ¿Considera que hacen falta nuevas rutas de buses propias del TEC?
- Si (Por favor pasar a la 2A)
 - No

2A. ¿Qué otras rutas considera necesarias de habilitar?

3. ¿Considera que es necesario la implementación de más horarios de buses?
 - Si (Por favor pasar a la 3A)
 - No

3A. ¿Cuáles horarios de buses considera necesario implementar?

Sección 8: Moviéndose en Tren

1. ¿Alguna vez usa el tren para llegar o para salir de Cartago?
 - Si
 - No
2. ¿Consideraría útil un sistema de conexión entre el TEC y la parada del tren?
 - Si
 - No

Sección 9: Movilización dentro del Campus

1. Mientras está dentro del campus, ¿Cuál es la manera más común que utiliza para movilizarse de un punto a otro?
 - Carro
 - Bicicleta
 - Caminando
 - Motocicleta
 - Bus
 - Otro: _____
2. ¿Cuáles razones le hacen seleccionar el modo de movilización anterior? (Seleccione todas las que lo representen)
 - Comodidad
 - Distancia del recorrido
 - Condiciones climáticas
 - Rapidez
 - Consideraciones ambientales
 - No tengo otra opción
 - Consideraciones relacionadas a salud
 - Otro: _____
3. ¿Considera que la infraestructura del campus y alrededores es amigable para peatones?
 - Mucho
 - Satisfecho

- Neutral
- Insatisfecho (Por favor pase a la pregunta 3A)
- Muy insatisfecho (Por favor pase a la pregunta 3A)

3A. ¿Qué considera que se debería mejorar?

4. ¿Le gustaría que el TEC contara con un transporte interno?
- Si (Por favor pase a la pregunta 4A)
 - No

4A. ¿Qué transporte le parece el más adecuado? Marque todas las opciones que guste.

- Bus eléctrico
- Bus de combustión
- Bicicletas
- Bicicletas eléctricas
- Triciclo
- Otro: _____

Sección 10: Para finalizar

1. ¿Qué tan probable es que maneje un carro en los próximos 12 meses?
- Muy poco probable
 - Poco probable
 - Neutral
 - Probable
 - Muy probable
2. ¿Qué lo incentivaría a viajar en transporte público, en bicicleta o a compartir su carro en lugar de viajar de manera individual? Puede seleccionar si, tal vez o no.

Si Tal No
 vez

Una ciclovía dentro de la institución
 Más y mejores parqueos para bicicleta
 Buenas conexiones en el transporte público
 Un horarios de buses más amplio
 Mejora en la calidad del servicio de los buses
 Beneficios a nivel de parqueo por traer el carro
 con una mayor cantidad de pasajeros
 Otro

3. Abajo hay una serie de afirmaciones. Seleccione la opción que más se adapta a su opinión sobre ellas.

Muy en En Neutral De Muy de
desacuerdo desacuerdo acuerdo acuerdo

En la mayoría de los momentos prefiero utilizar el carro en lugar de cualquier otro transporte.

Me gusta manejar el carro por diversión

No estoy interesad@ en reducir el uso de mi vehículo

Para mí, manejar el carro es una manera de expresarme.

Yo no soy del tipo de persona que anda en bicicleta

Creo que debería andar más en bicicleta para estar en forma

Creo que debería caminar más para estar en forma

Me gusta moverme caminando

No soy del tipo de persona que le gusta viajar en bus

Siento un deber moral de actuar para contrarrestar el cambio climático

Las personas deberían utilizar su carro tan seguido como quieran

No me gusta esperar a otras personas

4. ¿Tiene algunos comentarios o sugerencias en relación a la movilidad en el TEC?

¡Muchas gracias! Su colaboración nos ayuda a mejorar.

ANEXO 5. REGISTRO DE CAPACIDAD Y OCUPACIÓN DE PARQUEOS DE VEHÍCULOS DEL CAMPUS CENTRAL DEL
TEC OBSERVADA EL DÍA 21-02-2017

Hora	Parqueo	Espacios para vehículos	Espacios para motocicletas	Espacios para personas con discapacidad	Espacios ocupados vehículos	Ocupación vehículos	Espacios ocupados motocicletas	Ocupación motocicletas	Vehículos mal parqueados	Observación
9:10	Anexo junto a tropika	13	0	0	13	100%	-	-	23	vehículos mal parqueados en la zona verde
9:10	Frente a Centro de las Artes	4	0	0	4	100%	-	-	0	
9:15	Parqueo de piedra, Frente a Casa Luna cerca del Gimnasio	47	0	0	47	100%	-	-	0	
9:20	Parqueo de piedra , junto a cancha de cemento	44	0	0	43	98%	-	-	0	
9:25	Costado de piscina frente a cancha de cemento	41	3	1	0	0%	-	-	0	*cerrado por construcción
9:25	Costado este del Gimnasio Institucional	18	0	1	17	94%	-	-	0	
9:35	Costado este del Centro de las Artes	76	18	3	76	100%	4	22%	0	
9:55	Financiero	69	0	2	66	96%	-	-	0	
10:05	Rectoría	7	6	0	3	43%	6	100%	0	
10:15	Admisión y registro	23	4	2	22	96%	3	75%	0	
10:20	Atrás de la escuela de Matemática	31	2	1	30	97%	1	50%	0	

10:25	Costado oeste del LAMI 1	60	4	1	59	98%	1	25%	0
10:55	Atrás de CEQIA	17	0	0	17	100%	-	-	0
11:00	Costado del portón de Producción Industrial	9	0	0	9	100%	-	-	0
11:00	Biblioteca	107	11	4	103	96%	2	18%	0
11:10	Frente al parqueo de biblioteca	6	0	0	6	100%	-	-	0
11:10	Paqueo de Producción Industrial	63	0	2	58	92%	-	-	28
11:20	Frente a la escuela de Materiales	20	0	0	20	100%	-	-	10
11:30	Atrás de nuevo edificio de Ingeniería	20	0	0	19	95%	-	-	1
1:40	Aulas G	23	4	2	22	96%	3	75%	0
1:50	Frente a CIPA	39	0	2	34	87%	-	-	0
2:00	Escuela de Ambiental	16	0	1	13	81%	-	-	0
2:00	Frente a laboratorios de Biotecnología	5	0	2	3	60%	-	-	0
2:00	Provisional junto a laboratorios de biotecnología	11	0	0	6	55%	-	-	0
2:00	Provisional frente a nuevo edificio de química	12	10	0	12	100%	10	100%	0
2:15	CIVCO	19	5	0	19	100%	0	0%	9

2:20	Frente a Ciencias del Lenguaje	12	6	9	12	100%	6	100%	10
2:20	Frente a F3-F5	22	0	2	20	91%	-	-	0
2:45	Clínica	10	0	1	10	100%	-	-	0
2:50	Frente a la entrada del Tip TEC	17	0	2	16	94%	-	-	7
2:55	Junto a Casa Luna	3	0	1	3	100%	-	-	0
2:55	Frente a Casa Luna	5	0	0	5	100%	-	-	0
2:55	Frente a aprovisionamiento	4	0	0	3	75%	-	-	0
3:00	Costado de la escuela de mantenimiento	13	5	0	12	92%	3	60%	0
3:00	Atrás de la escuela de Mantenimiento	23	0	1	19	83%	-	-	9
3:05	Atrás de archivo	10	4	1	7	70%	2	50%	0
	TOTAL	919	82	41	828	90,1%	41	50%	97

ANEXO 6. LISTA DE ESPACIOS DE PARQUEO PARA VEHÍCULOS DE
SEGURIDAD Y VIGILANCIA, 2016

**Departamento de Servicios Generales
Unidad de Seguridad y Vigilancia PARQUEOS TEC**

Parqueo	Espacios Disponibles	Discapitados	Motos	Uso Oficial	Carga y Descarga	Exclusivos	Total Espacios
Financiero	66	2	No	No	No	1 Vicerrector de docencia	68
Anexo (casa trópica)	14	No	No	No	No	No	14
Admisión y registro	20	2	5	No	No	1 Vicerrectoría Vida Estudiantil	28
Oeste (Terminal LAIMI I)	88	2	13	No	1 Soda Comedor	No	104
Biblioteca	106	5	30	No	No	No	141
Sur Biblioteca (desde entrada tanque elevado hasta parqueo PC)	26	No	No	No	No	No	26
Clínica	9	1	No	No	No	No	10
Materiales y Producción	23	2	7	No	No	No	32
Anexo Piedra (Producción Industrial)	20	No	No	No	No	No	20
Costado Norte Producción	37	NO	4	No	No	No	41
Costado Edificio de Ingeniería	21	No	No	No	No	No	21
Colegio Científico	4	1	No	No	No	4	5
Costado Colegio	12	No	No	No	No	No	12
Rectoría	7	No	6	No	No	7	13

Parqueo	Espacios Disponibles	Discapacitados	Motos	Uso Oficial	Carga y Descarga	Exclusivos	Total Espacios
Centro de Artes Frente	4	No	No	No	No	No	4
Banco	12	1	4	No	No	No	17
Electromecánica	22	1	No	No	No	No	23
Aprovisionamiento, Archivo y Publicaciones	18	2	8	No	No	3 Tránsito, Publicaciones, Archivo	31
Agropecuario	68	6	4	No	No	No	78
CIVCO	49	NO	7	NO	NO	NO	56
CECO, Ciencias de Lenguaje, LAIMI II y Electrónica	37	4	20	No	No	No	41
Gimnasio ASETEC	17	1	No	No	No	No	18
Piscina	36	3	5	No	No	No	44
Centro de Artes Ambiental	81	5	20	No	No	No	106
Biotecnología LAB	28	1	No	No	No	No	29
Maderas	16	1	No	No	No	No	17
Maderas	22	1	No	No	No	No	23
Kínder, Conserjería y Mantenimiento	13	3	8	3 Seguridad 2 y Conserjería 1	1	3 temporal kínder	29
Piedra Frente Centro de Artes	55	No	No	No	No	No	55
Piedra Cancha Multiuso	44	No	No	No	No	No	44
Soda Casa Luna	7	1	No	No	No	No	8
Total	933	45	141	3	2	19	1158

ANEXO 7. REGISTRO DE CAPACIDAD Y OCUPACIÓN DE PARQUEOS DE
BICICLETA DEL CAMPUS CENTRAL DEL TEC OBSERVADA EL DÍA 21-02-
2017

Hora	Parqueo	Espacios	Espacios ocupados	Ocupación	Bicicletas mal parqueadas alrededor	Observación
9:30	Gimnasio Armando Vásquez	9	6	0,67	0	
9:35	Gimnasio ASETEC	10	8	0,80	1	
10:00	Frente a Diseño	9	7	0,78	4	
10:35	Frente a Laimi I	9	6	0,67	8	4 bicis mal parqueadas frente al comedor
10:37	Frente administración y registro	9	2	0,22	0	
10:35	Frente a la escuela de mate	9	5	0,56	0	
10:40	Entre B3-B2	9	1	0,11	0	
10:40	Entre B1-B2	9	1	0,11	0	
10:40	Frente a escuela de química	9	1	0,11	11	Bicis mal parqueadas al rededor del nuevo edificio D
10:40	Biblioteca	38	12	0,32	7	
11:15	Frente laboratorios de química	9	3	0,33	0	
11:15	Frente a Producción industrial	9	3	0,33	0	
11:20	Frente a Materiales	9	2	0,22	0	
2:30	SESLAB	6	2	0,33	1	1 bicicleta mal parqueada por los laboratorios de electrónica
2:30	Ciencias del lenguaje	9	3	0,33	0	
2:30	Frente F5	9	3	0,33	0	
2:35	Laimi 2	9	6	0,67	3	
2:40	Entre los edificios F4 y F3 Parqueos viejos	20	0	0,00	4	
2:40	Entre los edificios F4 y F3 Parqueo nuevo	9	5	0,56	0	
2:45	Frente a la F1	9	9	1,00	3	
3:05	Electromecánica	7	1	0,14	7	
3:35	Escuela de Ingeniería Forestal	9	3	0,33	0	
	TOTAL	234	89	0,38	49	

ANEXO 8. HOJA DE RUTA PARA CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE MOVILIDAD
SOSTENIBLE DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

