



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Análisis de movilidad del acceso de la Facultad de Ciencias Sociales en la Finca 2 de la Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio

LM-PI-USVT-010-18

Preparado por:
Unidad de Seguridad Vial y Transporte

San José, Costa Rica
Diciembre, 2018

Documento generado con base en el Art. 6, inciso g) de la Ley 8114 y lo señalado en el Cap. IV, Art. 47 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.
Preparado por: Unidad de Seguridad Vial y Transporte del PITRA-LanammeUCR diana.jimenez@ucr.ac.cr





1. Informe LM-PI-USVT-010-18		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Análisis de movilidad del acceso de la Facultad de Ciencias Sociales en la Finca 2 de la Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio		4. Fecha del Informe Diciembre, 2018
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen <i>Se presenta la evaluación de la movilidad peatonal del acceso este de la Finca 2 de la Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio, Ciudad de la Investigación. Se incluye la metodología de análisis, intervención planteada y análisis antes-durante para evidenciar la efectividad de las medidas efectuadas.</i>		
10. Palabras clave Seguridad vial, urbanismo táctico, movilidad	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 27
13. Preparado por:		
Ing. Stephan Rodríguez Shum Investigador - Unidad de Seguridad Vial y Transporte 	Ing. Javier Zamora Rojas MScE Investigador - Unidad de Seguridad Vial y Transporte 	
Fecha: 20 / 12 / 18	Fecha: 20 / 12 / 18	
14. Revisado por:		15. Aprobado por:
Ing. Diana Jiménez Romero, MSc, MBA Coordinadora Unidad de Seguridad Vial y Transporte 		Ing. Guillermo Loría Salazar, PhD Coordinador General PITRA LanammeUCR 
Fecha: 20 / 12 / 18		Fecha: 20 / 12 / 18



1 INTRODUCCIÓN

La Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica (UCR) es un campus universitario que se divide en varias fincas, las cuales están integradas a la ciudad, específicamente a diversos sectores del cantón de Montes de Oca. Estas fincas generan dinámicas de movilidad muy particulares, tanto a lo interno de ellas como en las vías y espacios públicos en sus alrededores. Las entradas a estas fincas se han convertido en un gran reto de planificación y ordenamiento del espacio, ya que convergen viajes en vehículo particular, en transporte público, en el bus interno de la UCR, en motocicleta, en bicicleta y, sobre todo, a pie, debido a la gran cantidad de estudiantes, funcionarios, docentes y visitantes que se movilizan diariamente por estos sectores, más todos los usuarios que utilizan estas rutas como zonas de paso.

Asimismo, en aras de dotar a la población universitaria con infraestructura para la docencia e investigación, la UCR ha implementado la construcción de centros de investigación, laboratorios, salas de congreso y facultades en el campus universitario desde el 2017. La Ciudad de la Investigación de la Sede Rodrigo Facio (Finca 2) es la que mayores transformaciones ha tenido. Las 11 edificaciones que se encuentran finalizadas o en desarrollo se presentan a continuación:

- Facultad de Ingeniería
- Plaza de la Autonomía
- Centro Infantil Laboratorio y Casa Infantil Universitaria
- Laboratorio de Medicina Nuclear y Molecular
- Centro de Investigación en Neurociencias
- Centro de Investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales y Nanotecnología
- Centro de Diagnóstico del Cáncer
- Centro de Investigación en Contaminación Ambiental
- Facultad de Ciencias Básicas
- Instituto de Investigaciones Farmacéuticas
- Parqueo Integral Universitario

Ante la puesta en marcha de algunas edificaciones al 2018, aumentó la afluencia de viajes hacia la Finca 2, por lo que la movilidad cambió drásticamente, con una tendencia hacia el alza al inaugurar las obras pendientes y el aumento anual en la matrícula de estudiantes.

Al aumentar el flujo de peatones, ciclistas y vehículos hacia la Finca 2, surge una mayor interacción entre los distintos modos, sin embargo, al no contar con infraestructura apropiada para almacenar, encausar y redirigir los flujos de forma ordenada, los puntos de conflicto entre los modos de transporte generan imprevistos y un aumento en el riesgo de ocurrencia de choques viales.



Cabe destacar que, dentro de los estudios de movilidad previamente realizados para la Sede Rodrigo Facio, no se identificaron planteamientos integrales que permitan la interacción segura entre distintos usuarios, por lo que la infraestructura universitaria no necesariamente responde de forma adecuada a las necesidades de todos los modos.

A partir de la problemática en movilidad, la Federación de Estudiantes de la Universidad de Costa Rica (FEUCR) solicitó a la Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT) del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), analizar la movilidad peatonal del acceso aledaño al edificio de Ciencias Sociales, ubicado al este de la Finca 2 (ver Figura 1).

A partir de esta solicitud, se planteó un proyecto para intervenir el acceso a la Finca 2 en las inmediaciones del edificio de Ciencias Sociales, con el fin de mejorar la movilidad, principalmente la de los peatones. Con el fin de incorporar actores universitarios que puedan ejecutar la propuesta planteada en infraestructura, se coordinó la intervención con la Oficina de Servicios Generales (OSG) de la UCR, quienes contribuyeron con el análisis del espacio urbano y del comportamiento de los peatones.

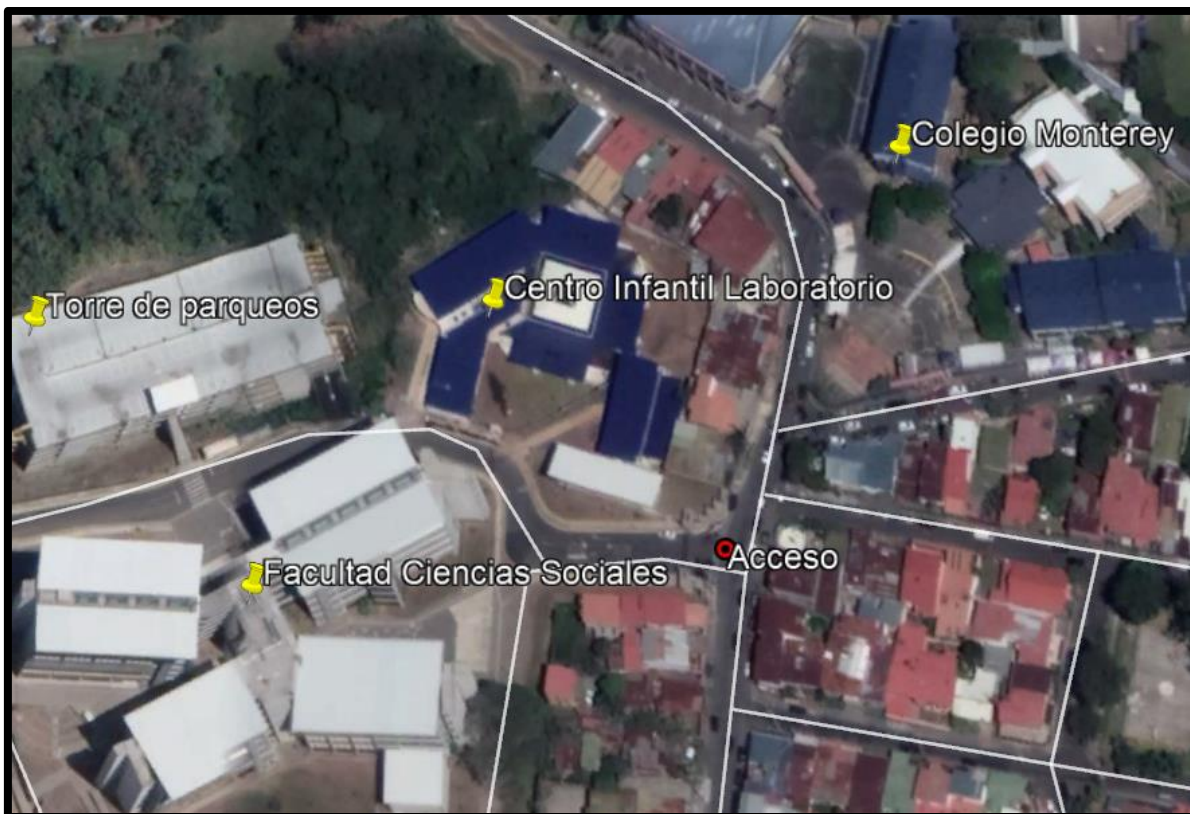


Figura 1. Ubicación de acceso Este, Finca 2



Nota: Modificado a partir de Google Earth, 2018.

2 PROBLEMÁTICA

Posterior a inspeccionar el acceso indicado, se identificaron las siguientes problemáticas:

- Alineamiento vertical de la vía principal en el sentido norte-sur limita la visibilidad de la intersección (acceso a Finca 2)
- Ancho de vía principal amplio
- Maniobras de adelantamiento sobre vía principal
- Maniobras de giro en U en acceso Finca 2
- Estacionamiento temporal sobre acceso Finca 2
- Amplitud del cruce peatonal frente al acceso Finca 2
- Entrecruzamiento de flujos peatonales – ciclista – vehículos privados – transporte público – transporte universitario

Adicionalmente, de la Figura 2 a la Figura 7 se evidencian algunos de los problemas mencionados.



Figura 2. Conflictos entre peatón, vehículos privados y transporte público



Figura 3. Maniobra de adelantamiento sobre vía principal



Figura 4. Estacionamiento sobre acceso



Figura 5. Maniobras de giro en U en acceso



Figura 6. Ancho de vía amplio



Figura 7. Conflictos entre vehículos privados, transporte público y transporte universitario

Nota: Fotografías tomadas en noviembre del 2018.



3 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Ante la problemática expuesta en la cual intervienen múltiples usuarios, se implementaron una serie de intervenciones descritas a continuación y segmentadas por zonas (presentes en la Figura 8).

La intervención se llevó a cabo bajo el concepto de urbanismo táctico, en el cual se transforma y se adecúa el espacio urbano para lograr espacios de convivencia más seguros para todos los usuarios, especialmente para los más vulnerables. Dicha intervención se evaluó mediante un análisis antes – después, con el fin de cuantificar los efectos de la intervención temporal.

La propuesta consistió principalmente en la simulación de un cruce peatonal con un refugio central, la cual se implementó mediante el uso de conos y señales móviles.



Figura 8. Propuesta de intervención temporal, segmentadas por zonas



3.1 Zona 1: Acceso Finca 2

Problemática: Radica en la amplitud del acceso, el largo trayecto que los peatones deben transitar sobre el cruce peatonal tipo cebrá (cercano a 20 m) y los radios de giro que propician el ingreso a alta velocidad.

Intervención: Mediante conos se redujeron los radios de giro y, por ende, la longitud de cruce peatonal sobre el acceso a Finca 2. Adicionalmente se colocó una zona de descanso sobre el paso de cebrá para reducir la velocidad de los vehículos, acortar la distancia de cruce del peatón y evitar maniobras de giro en U (ver Figura 9 y Figura 10), todo ello para disminuir el riesgo en el conflicto vehículo-peatón.

3.2 Zona 2: Cruce entre acceso Finca 2 y área residencial frente al acceso

Problemática: Los conflictos entre modos de transporte aumentan al no contar con áreas definidas para su circulación y conectividad entre sitios de interés, en este caso los generadores y atractores de viajes son la Universidad de Costa Rica, zona residencial y comercios aledaños, conectados únicamente por la vía principal que mide aproximadamente 11 m.

Intervención: Se encausó el flujo peatonal de este a oeste y viceversa mediante una pasarela peatonal, así como una isla de refugio peatonal. Con esta medida se redujeron los anchos de carril, se definió una zona específica para el flujo peatonal y se redujeron las velocidades de los vehículos automotores (ver Figura 11 y Figura 12).

3.3 Zona 3: Área de estacionamiento frente al acceso Finca 2

Problemática: El área frente al acceso de Finca 2 se utiliza como espacio para estacionamiento de vehículos privados, así como parada de transporte público (autobús), aprovechando el amplio espacio de la vía (aprox. 11 m).

La amplitud de la vía propicia que los vehículos realicen maniobras de adelantamiento y giros en U, condición que aumenta las posibilidades de choques viales y dificulta la maniobra de cruce para los peatones.

Propuesta: Mediante conos se eliminó el área de estacionamiento, lo cual amplió el campo de visión para los usuarios e incentivó una reducción en la velocidad de los vehículos al reducir el ancho de los carriles.

Adicionalmente, se aprovechó el espacio entre la pasarela peatonal y la intersección al sur del acceso a Finca 2 para ubicar una zona de parada de autobús (ver Figura 11).



Figura 9. Reducción de anchos de carril en acceso universitario



Figura 10. Maniobra de giro de autobús universitario en acceso propuesto



Figura 11. Pasarela peatonal con isla de refugio peatonal y parada de autobús



Figura 12. Pasarela peatonal con isla de refugio



4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para verificar la efectividad de las medidas, se midió el flujo peatonal segmentado en las 4 zonas establecidas en la Figura 13, esto para un escenario antes de la intervención (20/11/18) y durante la intervención (27/11/18), para el periodo de 9:00 a.m. a 1:00 p.m..

De forma complementaria, se cuantificaron tiempos de cruce peatonal y maniobras conflictivas presentes en cada escenario entre los distintos usuarios, identificadas en la Figura 14 y Tabla 1.

Por su parte, la Oficina de Servicios Generales de la UCR documentó trayectorias peatonales y tiempos de recorrido, y realizó encuestas de percepción sobre la movilidad y sobre el ambiente en la universidad, información complementaria al alcance del presente estudio.

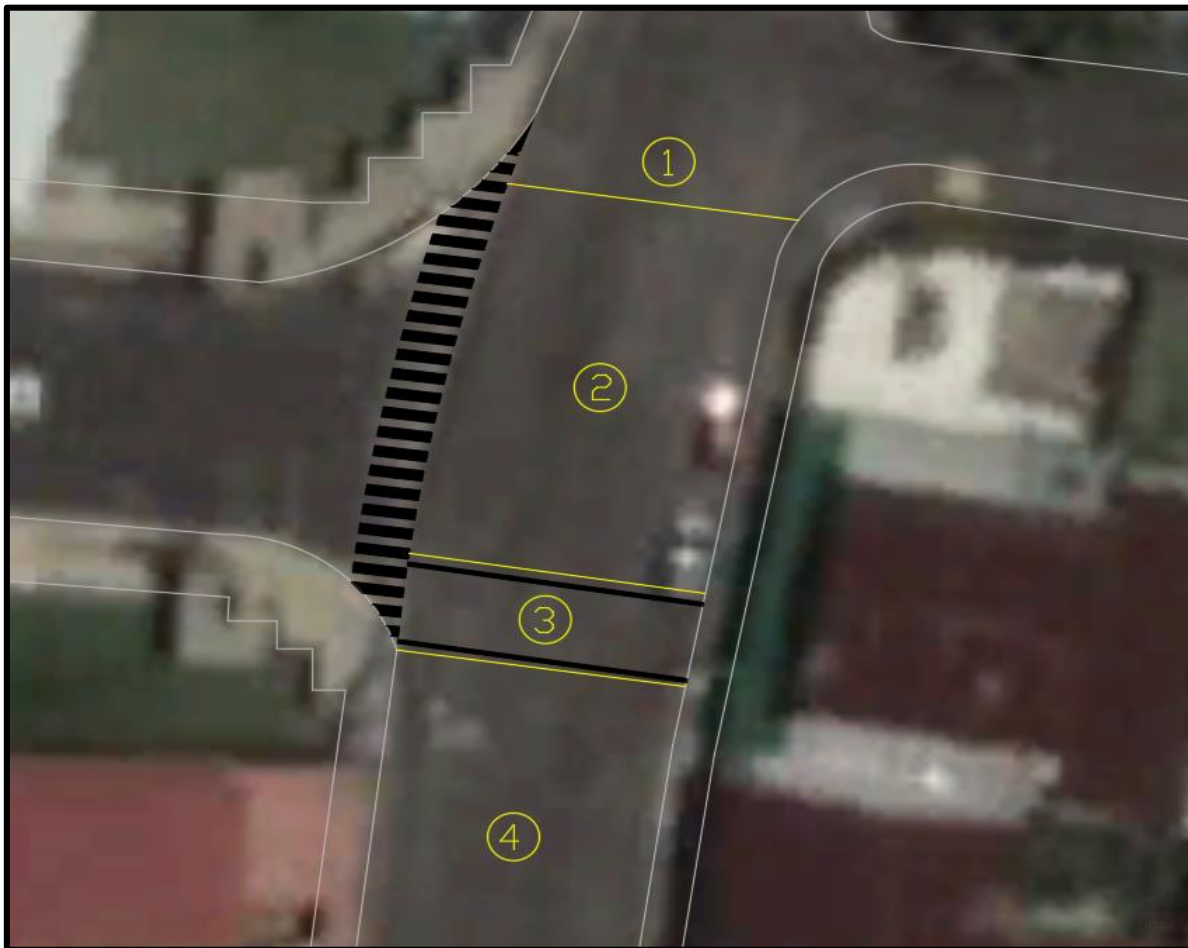


Figura 13. Zonas de análisis peatonal

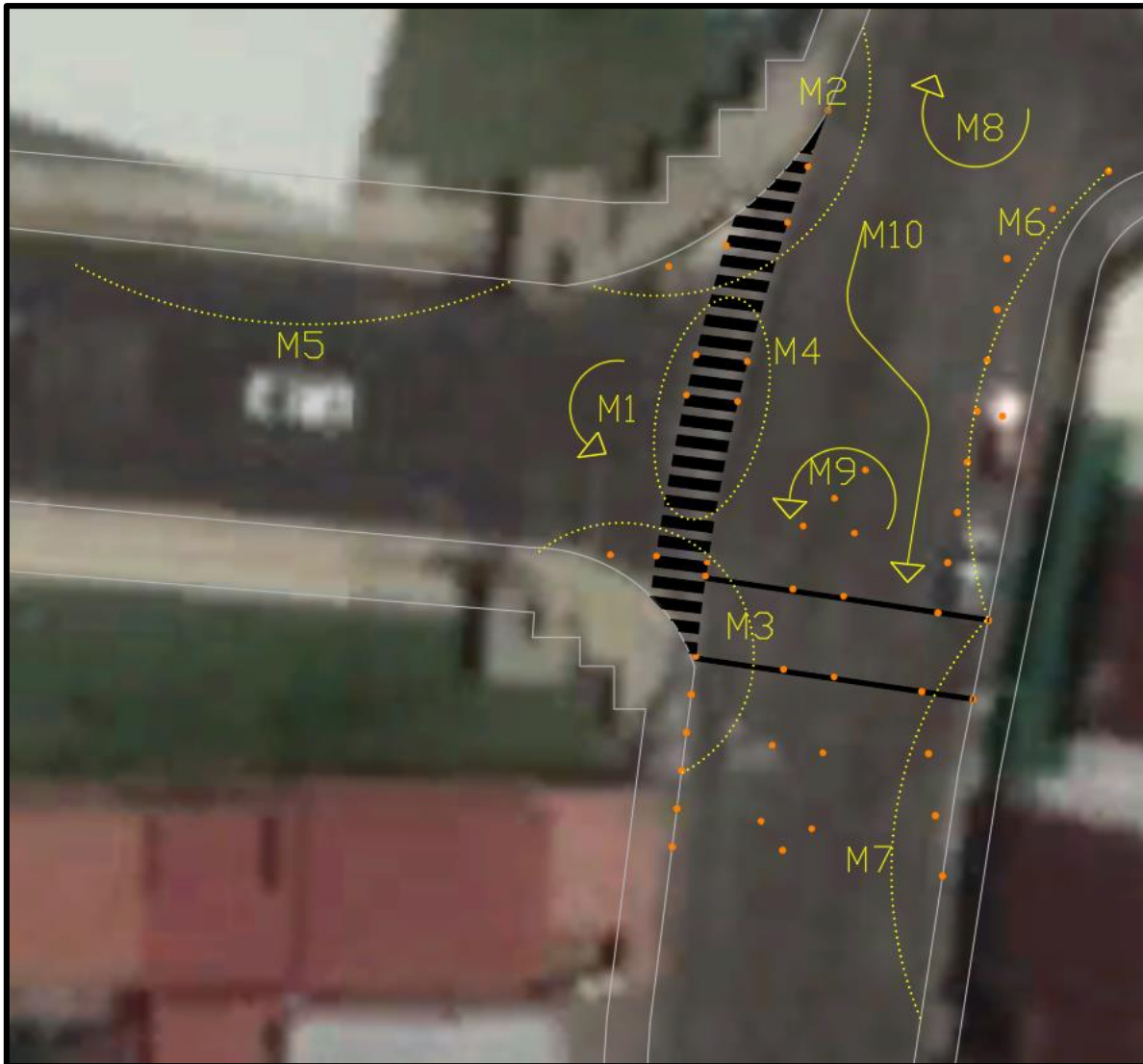


Figura 14. Análisis de maniobras y conflictos

Tabla 1. Descripción de maniobras identificadas

Maniobra	Descripción	Maniobra	Descripción
M1	Giro en U	M6	Estacionamiento
M2	Estacionamiento	M7	Estacionamiento
M3	Estacionamiento	M8	Giro en U
M4	Estacionamiento	M9	Giro en U
M5	Estacionamiento	M10	Contra vía



5 CRONOGRAMA

En la Tabla 2 se presenta el cronograma de las actividades realizadas, tomando en consideración desde la etapa de reconocimiento del sitio y la problemática, hasta la recopilación de datos, análisis de resultados e informe final.

Tabla 2. Cronograma de actividades

Actividad	Fecha de inicio	Fecha final	Tiempo efectivo (días)
Reconocimiento	13/9/2018	28/9/2018	3
Revisión estudios previos	14/9/2018	28/9/2018	3
Análisis y diseño preliminar	28/9/2018	6/11/2018	5
Elaboración propuesta	6/11/2018	9/11/2018	3
Conteo previo a intervención	20/11/2018	20/11/2018	1
Conteo durante intervención	27/11/2018	27/11/2018	1
Análisis de resultados y diseño final	28/11/2018	7/12/2018	10
Informe final	4/12/2018	14/12/2018	5
Revisión y aprobación	14/12/2018	20/12/2018	3

6 ACTORES/COLABORADORES

Se mencionan los actores y colaboradores asociados al análisis de intervenciones del acceso a Finca 2:

- Federación de Estudiantes de la Universidad de Costa Rica (FEUCR)
- Oficina de Servicios Generales (OSG-UCR)
- Municipalidad de Montes de Oca
- Dueños de comercios y vecinos aledaños a la zona de estudio
- Choferes de autobús y empresa Rutas 51-53
- Consejo de Transporte Público (CTP)
- Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT, PITRA-LanammeUCR)

Cabe destacar que fue necesario notificar a la OSG-UCR, Municipalidad de Montes de Oca, CTP, empresarios de Rutas 51-53, comercios y vecinos aledaños a la zona de estudio, esto con el fin de integrar a los actores e informarles acerca del estudio. Esta labor permitió conocer los puntos de vista e intereses de las partes, realizar trabajo en conjunto con la OSG-UCR y tomar en consideración las necesidades de los distintos actores.



7 RESULTADOS

Se presentan los resultados asociados a flujos peatonales, tiempos de maniobra de cruce peatonal y maniobras conflictivas entre modos.

7.1 Flujo peatonal

Para el escenario base (antes de intervención), se evidencia en la Tabla 3 un total de 887 peatones entre las 4 zonas, presentes en la zonificación de la Figura 13, para todo el periodo de análisis, de las cuales la preferencia de zona de cruce fue de un 49 % por el tramo 3, seguido de 26 % en el tramo 2.

Al analizar los flujos horarios se identifica en promedio 222 peatones/hora, con una afluencia máxima de 417 peatones para el periodo de 12:00 a.m. a 1:00 p.m., generada por el horario de almuerzo de funcionarios y estudiantes.

Tabla 3. Conteo peatonal por zona, escenario base

Conteo peatonal		Zona				Flujo peatonal (15 min)	Flujo peatonal (1 h)
Hora		1	2	3	4		
Inicio	Fin	Subtotal	Subtotal	Subtotal	Subtotal		
9:00	9:15	4	8	7	7	26	163
9:15	9:30	10	13	12	2	37	
9:30	9:45	6	11	11	9	37	
9:45	10:00	8	20	22	13	63	
10:00	10:15	11	10	8	5	34	129
10:15	10:30	8	9	21	4	42	
10:30	10:45	6	13	9	4	32	
10:45	11:00	3	1	16	1	21	
11:00	11:15	3	9	18	7	37	178
11:15	11:30	8	12	10	12	42	
11:30	11:45	5	17	5	2	29	
11:45	12:00	4	2	53	11	70	
12:00	12:15	0	12	41	9	62	417
12:15	12:30	3	19	54	10	86	
12:30	12:45	5	35	78	14	132	
12:45	13:00	7	37	74	19	137	
Total (por zona)		91	228	439	129	887	
		10%	26%	49%	15%	100%	



Para el escenario durante la intervención, denominado como después, se evidencia en la Tabla 4 un total de 877 peatones entre las 4 zonas para todo el periodo de análisis, de las cuales la preferencia de zona de cruce fue de un 64% por el tramo 3, seguido de 20 % en el tramo 4.

Al analizar los flujos horarios se identifica en promedio 219 peatones/hora, con una afluencia máxima de 441 peatones para el periodo de 12:00 a.m. a 1:00 p.m.

Tabla 4. Conteo peatonal por zona, escenario con intervención

Conteo peatonal		Zona				Flujo peatonal (15 min)	Flujo peatonal (1 h)
Inicio	Fin	1	2	3	4		
		<i>Subtotal</i>	<i>Subtotal</i>	<i>Subtotal</i>	<i>Subtotal</i>		
9:00	9:15	1	3	10	20	34	157
9:15	9:30	7	4	16	8	35	
9:30	9:45	9	3	14	23	49	
9:45	10:00	7	4	20	8	39	
10:00	10:15	3	1	19	9	32	124
10:15	10:30	5	3	18	9	35	
10:30	10:45	4	0	15	13	32	
10:45	11:00	4	5	14	2	25	
11:00	11:15	1	5	18	11	35	155
11:15	11:30	2	6	27	0	35	
11:30	11:45	5	3	27	5	40	
11:45	12:00	1	6	32	6	45	
12:00	12:15	3	2	95	6	106	441
12:15	12:30	9	3	57	16	85	
12:30	12:45	5	10	81	14	110	
12:45	13:00	3	11	100	26	140	
Total (por zona)		69	69	563	176	877	
		8%	8%	64%	20%	100%	

Al contrastar los datos de la Tabla 3 y Tabla 4, se evidencia que la zona 3, correspondiente al tramo donde se ubicó la pasarela peatonal con una isla de refugio, es el tramo de mayor flujo peatonal.

Asociado al cambio porcentual en el tramo de cruce peatonal entre los escenarios, la zona 1 y 2 reducen su porcentaje de preferencia ante las condiciones de seguridad que ofrecieron las intervenciones, principalmente en el tramo 3 y 4. Esto ya que el tramo 3 generó una



zona de cruce peatonal segura y canalizada, así como el tramo 4 permitió ubicar al autobús público en una parada de autobús definida, por lo que algunos usuarios optaron por cruzar la vía en el sitio de desabordaje.

En la Figura 15 se evidencia el cambio de trayectos peatonales para los escenarios antes y después, basado en los valores porcentuales de cruce peatonal por zonas, al lado izquierdo los del escenario base o antes y a la derecha durante la intervención.

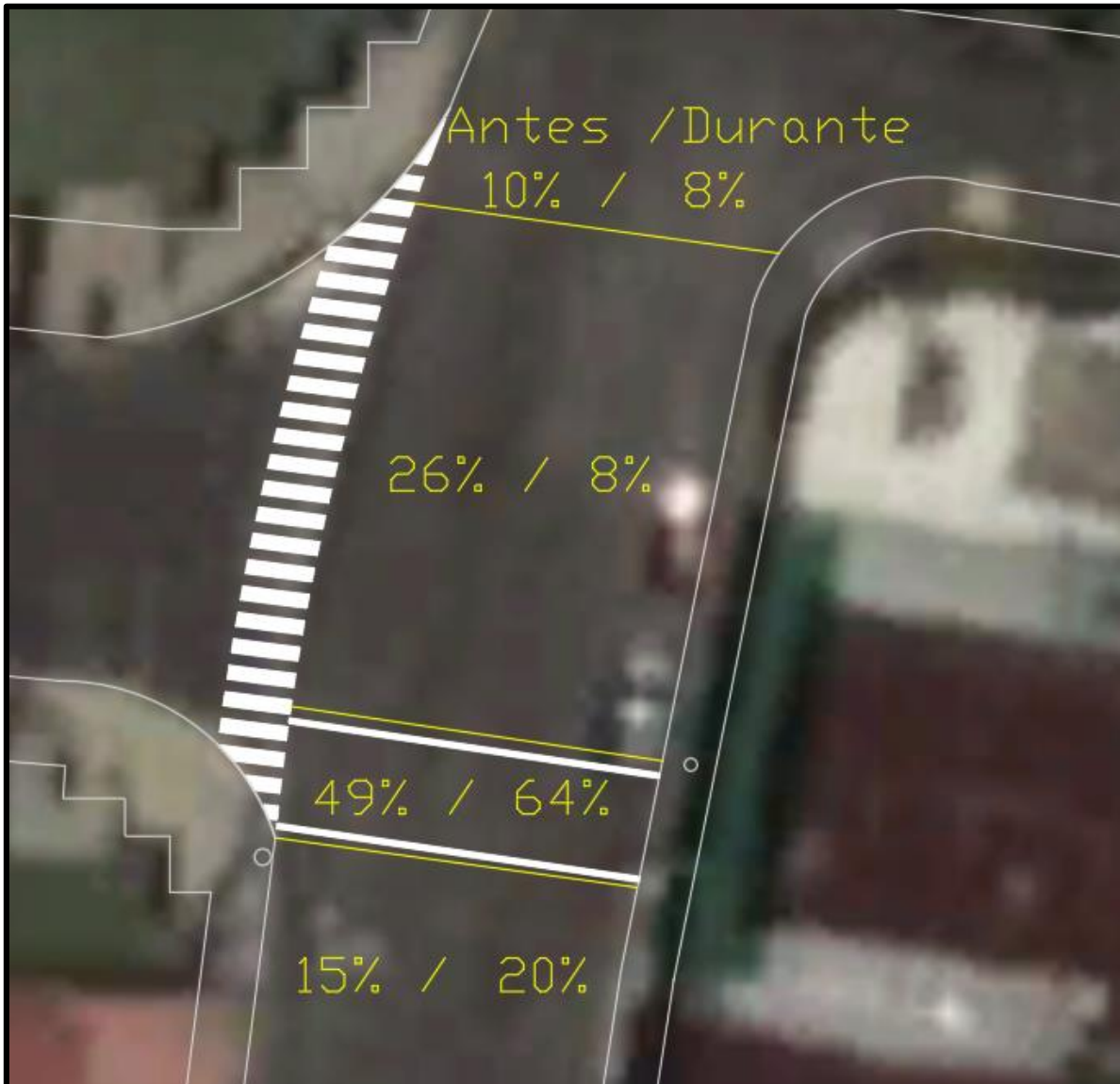


Figura 15. Comparación porcentual de peatones por zona para escenario antes - durante



7.2 Tiempo de cruce peatonal

Otro parámetro que permite validar la efectividad de la propuesta es el tiempo para realizar la maniobra de cruce peatonal. Se documentó el tiempo de toma de decisión previo a iniciar la maniobra de cruce junto al tiempo de cruce sobre la vía, tiempo que permite percibir la complejidad para los usuarios.

En la Figura 16 se comparan los tiempos para el escenario antes y durante la intervención, segmentado en rangos a cada 5 s hasta alcanzar los 30 s y posteriormente de 30 s – 60 s como periodos extremos.

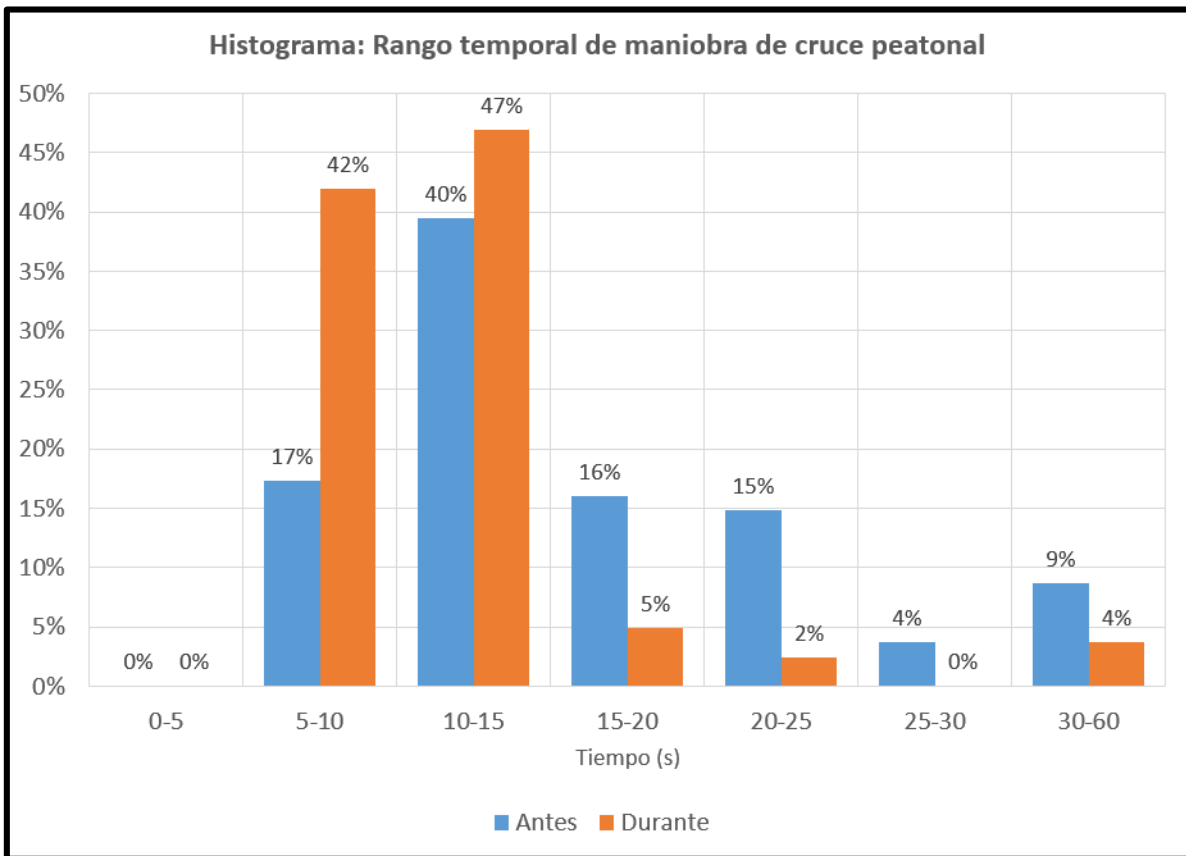


Figura 16. Histograma de tiempos de cruce peatonal

Nota: El tiempo registrado incluye el tiempo de espera y tiempo de cruce, por lo que considera toda la maniobra de cruce peatonal.

En el histograma se evidencia una clara tendencia hacia la reducción de los tiempos para el escenario después, concentrando un 89 % de los tiempos entre 5 – 15 s, contra 57 % para el escenario base. Esto implica que los tiempos de 15 – 60 s se presentan para el escenario base en un 43 %, contra un 11 % del escenario durante la intervención.



Al analizar la Tabla 5, se evidencia que el escenario durante la intervención presenta una desviación estándar menor, por lo que la variabilidad de los datos con respecto a la media es menor. Esto se refuerza al analizar el percentil 90, que presenta un tiempo de 14,97 s, que como se evidenció en la Figura 16, permite validar que el 90 % de los usuarios pueden cruzar en 15 s o menos.

Al comparar los percentiles entre ambos escenarios, se alcanza una variación pico de 43 % para el percentil 90.

Tabla 5. Estadística descriptiva de tiempos de cruce peatonal

Parámetro	Antes	Durante	Variación (%)
Máximo	48,34	45,85	-5%
Mínimo	6,93	5,31	-23%
Promedio	16,54	11,70	-29%
Percentil 10	9,34	7,50	-20%
Percentil 15	9,76	8,02	-18%
Percentil 85	23,75	13,59	-43%
Percentil 90	26,17	14,97	-43%
Desv. Estándar	7,81	5,71	-27%

Al confirmar que los tiempos de la maniobra de cruce se reducen en el escenario con la intervención, se verifica que la facilidad peatonal reduce la complejidad de la maniobra. La presencia de la zona segura para cruce peatonal, y la reducción del ancho de los carriles y de las zonas de estacionamiento generan condiciones de pacificación vial (reducción de velocidades de los vehículos automotores), un mejor ordenamiento del espacio público y una disminución de maniobras de riesgo, tal como los adelantamientos. Todo ello disminuye el estrés y la percepción de riesgo para los peatones a la hora de disponerse a cruzar la vía. Adicionalmente, ante la presencia de una isla de refugio peatonal, las personas dividen en dos su maniobra de cruce, lo cual la hace más segura (menos exposición al riesgo) y más efectiva en términos de tiempo total de cruce.

7.3 Maniobras conflictivas

Dada la amplitud del acceso y de la vía, los vehículos realizan maniobras de estacionamiento y giro en U de forma constante. Estas maniobras afectan el nivel funcional de la vía, la seguridad vial y entorpece el transporte público.

En la Tabla 6 se agrupan las maniobras indicadas en la Figura 14 y Tabla 1 en tipo estacionamiento, giro en U y contra vía, esto permite evidenciar de forma agregada los tipos de conflictos presentes en el sitio.



Tabla 6. Cantidad de maniobras conflictivas

Descripción	Antes	Durante	Variación (%)
Maniobra de estacionamiento (Global)	141	101	-28%
Maniobra de giro en U (Global)	12	11	-8%
Maniobra de circulación contravía	0	14	-
Total	153	126	-18%

Al cuantificar según tipo de maniobra, destaca una disminución del 28 % en la maniobra de estacionamiento, correspondiente a una reducción de 40 eventos entre los escenarios antes – durante de la intervención.

En términos generales, a pesar de presentarse la maniobra de circulación contravía únicamente durante la intervención (14 eventos cuantificados), se logró reducir las maniobras conflictivas totales en un 18 %.

A los valores registrados en la Tabla 6 se les realizó un ajuste horario, dado que el escenario antes consideró 3,5 h de datos y el durante 4 h. En la Tabla 7 se presenta la cantidad de maniobras conflictivas por hora, se evidencia una reducción de eventos totales de 26 %, así como un reducción del 38 % en las maniobras de estacionamiento por hora.

Tabla 7. Cantidad de maniobras conflictivas por hora

Descripción	Antes	Durante	Variación (%)
Maniobra de estacionamiento (Global)	40	25	-38%
Maniobra de giro en U (Global)	3	3	0%
Maniobra de circulación contravía	0	4	-
Total	43	32	-26%

Al segmentar los eventos entre las 10 maniobras conflictivas registradas y ponderarlas por hora, se logra identificar el efecto a nivel de ubicación o zona causado por la intervención y se cuantifican en la Tabla 8.



Tabla 8. Cantidad de maniobras conflictivas por hora, según tipo

Descripción	Maniobra	Antes	Durante	Variación (%)
Giro en U en acceso	M1	3	2	-33%
Estacionamiento Norte de acceso	M2	14	9	-36%
Estacionamiento Sur de acceso	M3	8	2	-75%
Estacionamiento sobre cruce peatonal	M4	8	13	63%
Estacionamiento interno de acceso	M5	3	1	-67%
Estacionamiento frente a acceso	M6	6	0	-100%
Estacionamiento frente al Sur del acceso	M7	1	0	-100%
Giro en U sector Norte	M8	0	1	-
Giro en U mediana	M9	0	0	-
Contravía	M10	0	4	-
Total		43	32	

Al analizar las maniobras de forma independiente, se evidencia una reducción generalizada entre las maniobras M1, M2, M3 y M5, con valores entre 33 % y 75 %. Sin embargo, resalta el aumento de un 63 % o 5 eventos por hora en la maniobra M4, así como las maniobras M8, M9 y M10 que solo se evidenciaron durante la intervención. La maniobra M9 solo registró un evento en el escenario durante, por lo que al ponderarlo por hora su ocurrencia es baja.

La reducción de maniobras se relaciona a la restricción de áreas en las que se realizaban debido a los conos colocados en diversas secciones de la vía, por lo que se logró reducir las maniobras de estacionamiento y en menor instancia la de giro en U (maniobra M1).

De forma análoga, el aumento en la maniobra de estacionamiento sobre cruce peatonal (maniobra M4), corresponde a la restricción de estacionamiento en otras áreas, por lo que se evidencia la necesidad de implementar espacios apropiados para estacionamiento temporal.

Al ponderar la cantidad de maniobras por hora según el total de eventos por hora, se evidencia en la Figura 17 una tendencia similar a la de la Tabla 8.

La implementación de las intervenciones redujo las maniobras M1, M2, M3 y M5, pero generó las maniobras M8, M9 y M10, que no se presentaron en el escenario base, sumado al aumento de la maniobra de estacionamiento tipo M4, que aumenta de 19 % a 41 %.

Estos resultados mixtos, radican en deficiencias propias de la vía y el acceso que se detallan a continuación:

- Ausencia de demarcación divisoria entre carriles
- Ausencia de zona de estacionamiento temporal
- Amplitud de la vía, incoherente con la cantidad de carriles
- Radio de giro amplio en acceso universitario

Particularmente la maniobra contravía (M10) que se suscitó durante la intervención, es posible que se haya originado a partir de una confusión de los usuarios. En primer lugar, el color anaranjado de los conos genera un mensaje al usuario de trabajos en la vía, lo cual podría ser confuso para algunos. Además, la falta de demarcación vial (principalmente las flechas y la línea central para separación de sentidos) no permite canalizar adecuadamente a los vehículos en su respectivo carril.

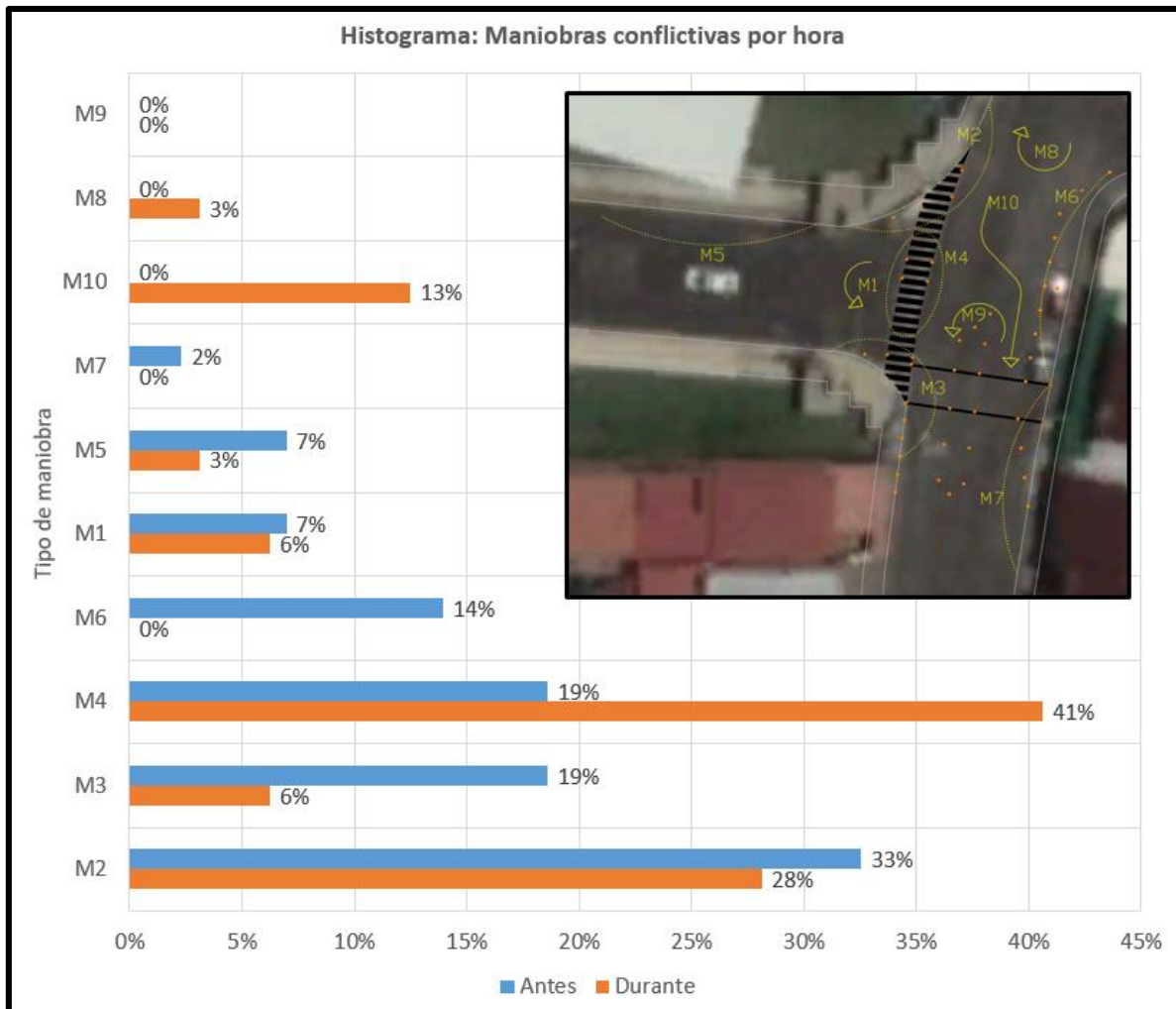


Figura 17. Histograma de maniobras conflictivas



8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

En términos generales la intervención generó efectos positivos sobre la movilidad peatonal, así como un ordenamiento del uso del derecho de vía, tanto para los vehículos privados como para el transporte público tipo autobús.

Adicionalmente se mejoraron las condiciones de seguridad vial del sitio mediante las siguientes externalidades positivas:

- Encauzamiento de flujos peatonales en la pasarela peatonal, lo que redujo los puntos de conflicto vehículo-peatón al disminuir su exposición al riesgo. De igual forma aumentó la visibilización de los peatones por parte de los vehículos automotores.
- Reducción de las velocidades de operación del tráfico automotor por la reducción del ancho de los carriles, y la presencia de la pasarela peatonal con su isla de refugio.
- Reducción de maniobras de adelantamiento al reducir la sección transversal disponible para el tránsito vehicular, así como la separación de sentidos de tránsito mediante la isla de descanso peatonal.
- Mejoras en visibilidad al eliminar la zona de estacionamiento frente al acceso de la UCR.
- Zona de parada de autobús definida: el autobús no realizó su parada de forma aleatoria en la vía según la disponibilidad de espacio como lo hace habitualmente, por lo que la intervención hace predecible el comportamiento del autobús para el resto de usuarios.

Específicamente asociado a los datos recopilados, destacan las siguientes conclusiones:

- A nivel de flujos peatonales se logra modificar el patrón de movilidad, esto evidenciado al concentrar un 64 % de los cruces de peatones en el tramo 3, es decir, en la ubicación de la pasarela peatonal, así como un 20 % de los cruces en el tramo 4, en el sector donde se ubicó la parada de autobús.
- El flujo peatonal en el periodo pico de 12:00 p.m. – 1:00 p.m. es cercano al triple del flujo típico de las horas de la mañana, con un total de 417 y 441 peatones para los escenarios antes y durante la intervención, respectivamente.
- El flujo peatonal promedio por hora de todo el periodo de estudio ronda los 220 peatones/hora y al promediar los periodos fuera del pico de almuerzo se presenta un valor cercano a 150 peatones/hora.



- La intervención logró que un 89 % de los tiempos registrados de cruce peatonal se encontraran por debajo de 15 s, condición que en el escenario base era de 57 %, por lo que la pasarela peatonal redujo los tiempos de espera y cruce de los usuarios.
- A nivel de tiempos de cruce peatonal, la intervención permitió una reducción del 43 % entre los percentiles 90 de ambos escenarios.
- En cuanto a las maniobras conflictivas identificadas, la intervención redujo en 38 % las maniobras por estacionamiento temporal, para una reducción global de 26 % en todas las maniobras conflictivas.
- Respecto a las maniobras a nivel individual, sobresale el aumento de las maniobras de estacionamiento sobre el cruce peatonal del acceso a Finca 2 (M4), pasando de 8 a 13 eventos por hora al implementar las medidas. Adicionalmente, al ponderar la cantidad de eventos de esta maniobra con respecto al total, estos representan un 41 % del total de eventos para el escenario durante la intervención, valor que era de 19 % para el antes. Este efecto radica en la ausencia de un sitio designado para estacionamiento temporal, por lo que, al restringir los otros sitios de estacionamiento, estos migraron hacia la zona central del acceso sobre el cruce peatonal.
- Durante la intervención, surgieron 3 tipos de maniobras que no se evidenciaron en el escenario antes. Dos de estas maniobras fueron giros en U en dos sitios diferentes, sumando solo 3 eventos en total para todo el periodo de estudio. Sin embargo, la maniobra de mayor conflicto, con un total de 14 eventos o 4 eventos por hora, fueron los vehículos que circularon contravía de norte a sur. Tal como se explicó en el análisis, esto podría haberse originado por una confusión por parte de algunos usuarios, tanto por el uso del color anaranjado de los conos (generalmente asociado a zonas temporales de trabajos en la vía), así como a la ausencia de demarcación vial, particularmente las flechas y la línea central para una adecuada canalización de los vehículos en su carril respectivo.
- Por otra parte, la maniobra de giro en U en el acceso a Finca 2 (M1) y las maniobras de estacionamiento temporal M2, M3 y M5 se redujeron con valores entre 33 % y 75 %.
- En el caso de las zonas en que se restringió el estacionamiento en el lado opuesto al acceso a Finca 2 (maniobras M6 y M7), la restricción se respetó en un 100 % durante la intervención.

Finalmente, con respecto a la intervención efectuada bajo los conceptos de urbanismo táctico, se rescata la importancia de diseñar e implementar medidas temporales que puedan ser evaluadas y validadas en campo, antes de considerar una inversión de mejoras permanentes. En la etapa inicial de este proyecto, se realizó un diseño preliminar de la intervención, basado en las mediciones y observaciones de campo, el cual consideró los anchos de vía disponibles, los radios de giro de los diferentes vehículos, la necesidad de



cruce de los peatones, entre otros. Sin embargo, el día de la implementación de la intervención se realizaron cambios y ajustes en el diseño, los cuales difícilmente hubiesen podido anticiparse. Las intervenciones de urbanismo táctico se realizan para una apropiación del espacio público, generalmente subutilizado o mal distribuido, sin embargo, también se confirma que es una excelente estrategia para ajustar los diseños a las necesidades reales de los diferentes usuarios. Las dimensiones de la propuesta de la Figura 20 ya incluyen estos ajustes realizados en campo.

8.2 Recomendaciones

Basado en el análisis de flujos peatonales, tiempos de cruce peatonal y maniobras conflictivas, así como la observación en campo antes y durante la intervención, se recomiendan las siguientes medidas, que se resumen en la Figura 21.

- Implementar una pasarela peatonal alineada con la esquina sur del acceso universitario, con un ancho mínimo de 2,20 m (ver Figura 21). Esta pasarela podrá realizarse con demarcación horizontal de dos líneas blancas paralelas; sin embargo, se insta a valorar la posibilidad de demarcar la senda peatonal tipo cebra, ya que es visualmente más llamativa para los vehículos automotores.
- Construir una isla de refugio peatonal de al menos 1,50 m de ancho, con una extensión longitudinal mínima de 5 m en el sentido norte - sur, tal como se observa en la Figura 21.
- Restringir el estacionamiento en la acera frente al acceso a Finca 2. Se recomienda destinar este espacio para un ensanchamiento de acera, con el fin de brindarle más espacio a los peatones y usuarios del comercio presente en ese lado de la vía.
- Oficializar la zona de parada de autobús según se detalla en la Figura 21, de tal manera que las maniobras del autobús intervengan lo menos posible con la dinámica de la intersección (acceso a Finca 2).
- Valorar modificar el cruce peatonal en el acceso universitario a nivel de acera (cruce peatonal tipo acera continua) o como mínimo construir la isla de descanso peatonal de 2 m de ancho, que se observa en gris en la Figura 20. Para ello se deberá tomar en consideración los radios de giro necesarios para los autobuses universitarios, sobre todo los que ingresan a Finca 2.
- Realizar un monitoreo posterior a la implementación de las medidas, esto con el fin de medir la efectividad de la intervención y realizar ajustes necesarios. Se recomienda que el monitoreo incluya flujos peatonales, tiempos de cruce, análisis de conflicto vehículo-peatón y encuestas de percepción a peatones.
- No se recomienda la implementación de un semáforo peatonal, ya que los tiempos de cruce y la distancia de caminado con la propuesta son bajos, por lo que es probable no se respete el uso del semáforo para realizar la maniobra de cruce. El objetivo es generar una infraestructura que reduzca las velocidades de operación

de los vehículos automotores y que se incentive la cultura de cederle el paso a los peatones, lo cual se evidenció el día de la intervención temporal.

- Utilizar señales P-9-4 y R-10-1 (ver Figura 18 y Figura 19) según se detalla en la Figura 21. Adicionalmente, se recomienda colocar la señal P-4-3 (ver Figura 20) en los dos extremos de la isla central de refugio, sin que se afecte la visibilidad de los peatones por parte de los vehículos automotores.



Figura 18. Señal P-9-4



Figura 19. Señal R-10-1



Figura 20. Señal P-4-3

- Adicional a las medidas planteadas para el acceso universitario, deben intervenir de forma complementaria accesos al norte y sur de universidad ingreso a Finca 2, esto con el fin de informar a los conductores acerca de la presencia de la pasarela peatonal. La propuesta de señalamiento vertical se presenta en la Figura 22.

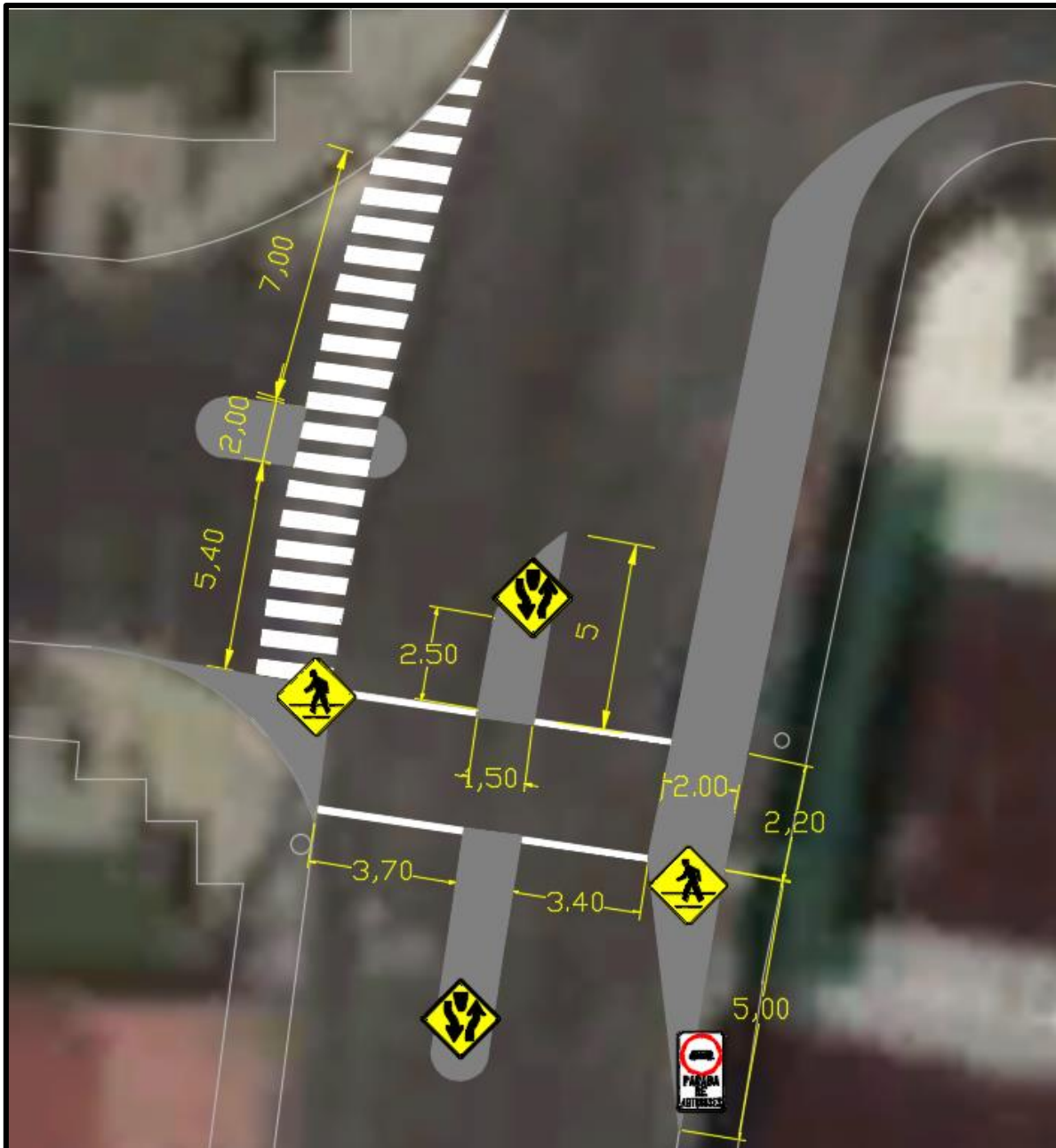


Figura 21. Propuesta de intervención en acceso validada en campo



Figura 22. Propuesta de señalamiento complementario