

### A. INTRODUCCIÓN

La ingeniería vial en Costa Rica se ha enfocado principalmente en la circulación de vehículos automotores, dejando las necesidades del resto de usuarios en un plano secundario e, incluso, omitiéndolas del todo. La toma de decisiones bajo este esquema de priorización aumenta los conflictos viales y la exposición al riesgo, sobre todo de los usuarios más vulnerables, lo cual desencadena altas tasas de lesionados y fallecidos en nuestras vías. Se requiere –sin lugar a dudas– un cambio impostergable hacia una visión centrada en la persona, bajo un enfoque de movilidad segura, accesible y equitativa.

Esta omisión conceptual ha generado espacios públicos con un enfoque “carrocéntrico”, donde el espacio disponible para infraestructura peatonal, ciclista y/o para transporte público colectivo se ha generado a partir del espacio residual, no a partir de una planificación y estudios de las necesidades de los usuarios.

Las vías nacionales se han analizado desde una perspectiva de ingeniería de tránsito vehicular, mediante programas de simulación que consideran cualquier usuario adicional al vehículo privado como una demora, esto a pesar de que existen programas que pueden simular la interacción entre los distintos usuarios; deficiencia que ha generado que nuestras ciudades sean deficientes en materia de movilidad segura e inclusiva.

Ante las carencias de nuestras vías desde su concepción, es necesario cambiar la tendencia y realizar estudios integrales que contemplen las necesidades de los distintos usuarios. La priorización de los usuarios debe seguir la estructura de la pirámide invertida de la movilidad, que identifica en mayor jerarquía al peatón, seguido del ciclista, transporte público colectivo, transporte de carga y, por último, al usuario de vehículo privado.

Por ello, el boletín se enfoca en el análisis de movilidad peatonal, utilizando como caso de estudio el análisis del acceso aledaño al edificio de la Facultad de Ciencias Sociales, de la Universidad de Costa Rica, ubicado al este de la Finca 2 (ver Figura 1).

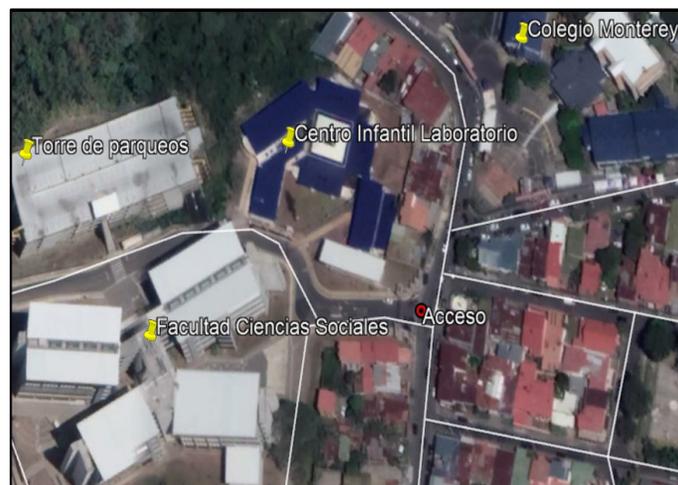


Figura 1. Ubicación de acceso Este, Finca 2  
Nota: Tomado de Rodríguez, Zamora y Jiménez, 2018.

El análisis, realizado por la Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT) del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), surgió como solicitud de la Federación de Estudiantes de la Universidad de Costa Rica (FEUCR) como respuesta a la percepción de riesgo por parte de los peatones universitarios de la zona. El estudio se realizó en conjunto con la Oficina de Servicios Generales (OSG) de la universidad.

## II. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Para analizar la problemática peatonal en la zona y proveer una solución para el cruce seguro de los peatones y un uso más equitativo del espacio vial urbano, se ejecutó la metodología en 5 etapas presentes a continuación (Figura 2):

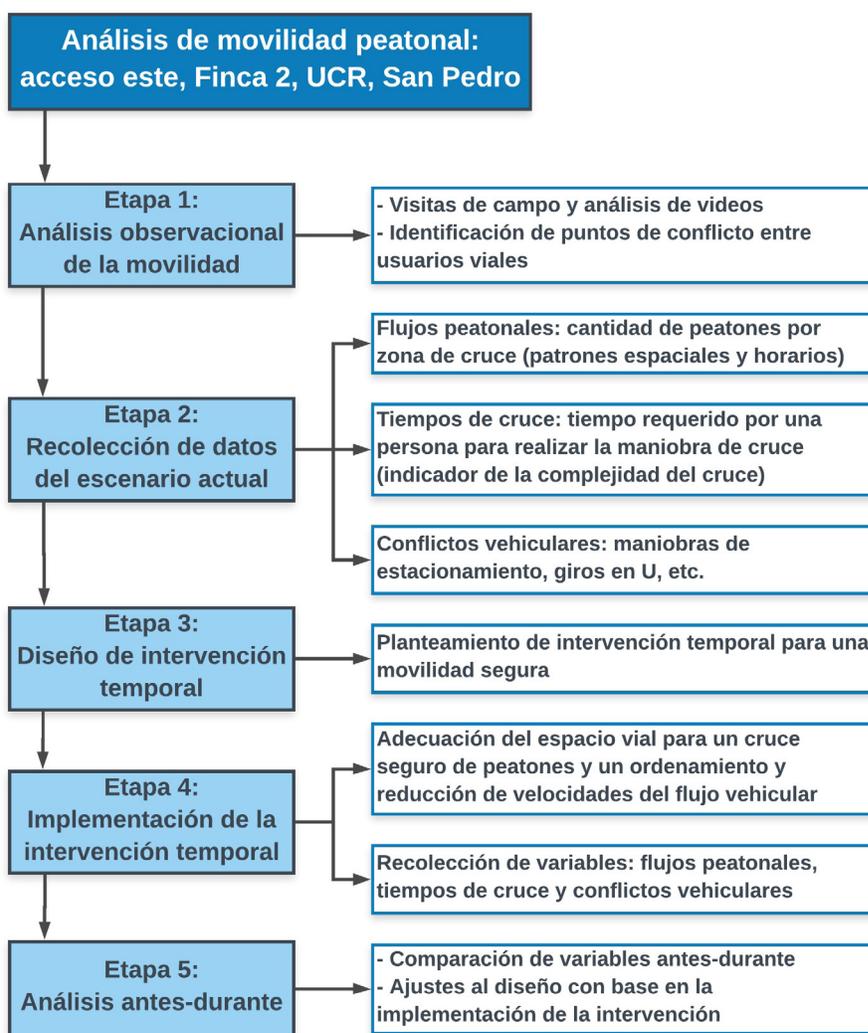


Figura 2. Metodología de análisis

### Etapa 1: Análisis observacional de la movilidad

Al inspeccionar el sitio por medio de visitas y análisis de videos, se evidenciaron deficiencias generadas por la amplitud del acceso universitario y de la vía pública, así como la ausencia de demarcación y señalamiento vial, lo que propicia algunas de las problemáticas evidenciadas en la Figura 3 y Figura 4. El mayor riesgo es para los peatones quienes requieren cruzar la vía en medio de un ambiente vial confuso y con prioridad vehicular.



Figura 3. Conflictos entre usuarios



Figura 4. Maniobra de adelantamiento y estacionamiento

## **Etapas 2: Recolección de datos del escenario actual**

Con el fin de caracterizar las dinámicas de movilidad, se realizó el registro de las siguientes variables:

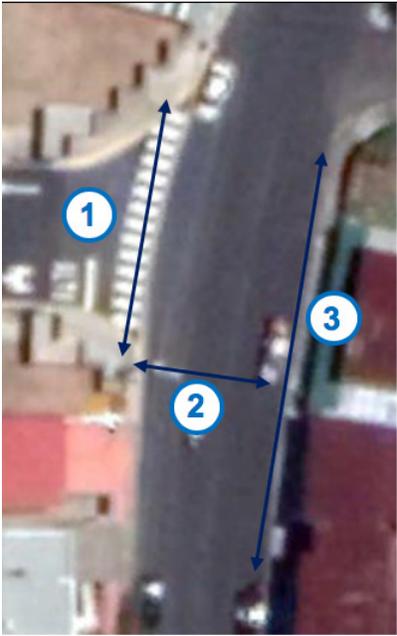
- Flujos peatonales: se identificó la cantidad de peatones por zona de cruce, lo que permitió identificar patrones espaciales y horarios de movilidad.
- Tiempos de cruce: permitió cuantificar el tiempo necesario para realizar la maniobra de cruce, medición indirecta de la complejidad de la maniobra.
- Conflictos vehiculares: ante la presencia de maniobras de estacionamiento, giro en U y giros al acceso universitario, se realizó el registro de maniobras vehiculares.

Cabe destacar que parámetros de trayectorias y percepción de los peatones fueron recopilados por la OSG, pero no se incorporan en el presente estudio.

## **Etapas 3 y 4: Diseño e implementación de la intervención temporal**

La intervención se diseñó bajo una estrategia de urbanismo táctico, la cual consistió principalmente en la simulación de un cruce peatonal con una isla de refugio central, la cual se implementó mediante el uso de conos y señales móviles, tal como se describe en la Tabla 1 a continuación:

**Tabla 1. Detalle de la intervención propuesta por sector**

Sector	Detalle de la intervención	
1	<p><b>Acceso Finca 2 (sector oeste)</b></p> <p>Se redujeron los radios de giro → menor longitud de cruce peatonal sobre el acceso</p> <p>Se delimitó una zona de descanso sobre el paso de cebra para reducir la velocidad de ingreso de los vehículos, acortar la distancia de cruce del peatón y evitar maniobras de giro en U → menor riesgo en conflictos vehículo-peatón.</p>	
2	<p><b>Cruce de calle principal en sentido este-oeste</b></p> <p>Se encausó el flujo peatonal este-oeste mediante una pasarela peatonal y una isla de refugio peatonal → reducción de los anchos de carril y reducción de velocidades de los vehículos automotores.</p>	
3	<p><b>Frente a acceso Finca 2 (sector este)</b></p> <p>Se eliminó el área de estacionamiento → ampliación del campo de visión para los usuarios y reducción en la velocidad de los vehículos al reducir el ancho de los carriles.</p> <p>Se delimitó en el sentido sur-norte la zona de parada de autobús, antes del cruce peatonal.</p>	

El conjunto de las medidas propuestas se presenta en la Figura 5. La intervención se llevó a cabo por un periodo de 4 horas y se recolectó la información propuesta en la metodología: flujo peatonal, tiempos de cruce y conflictos vehiculares.



Figura 5. Pasarela peatonal con isla de refugio peatonal y parada de autobús

### **Etapas 5: Análisis antes-durante**

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

## Flujo peatonal

La Figura 6 presenta el porcentaje de peatones por zona de cruce, segmentada para los escenarios antes de la intervención (en amarillo) y durante (en blanco), información que permitió evidenciar las trayectorias peatonales y su variación ante la intervención.



Figura 6. Comparación porcentual de peatones por zona para escenario antes - durante  
Nota: Tomado de Rodríguez, Zamora y Jiménez, 2018.

Para el escenario base (antes de intervención), se registró un total de 887 peatones entre las 4 zonas para todo el periodo de análisis, de las cuales la preferencia de zona de cruce fue de un 49 % por la zona 3, seguido de un 26 % por la zona 2. Al analizar los flujos horarios se identificó 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.

Para el escenario durante la intervención, se registró 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 la zona 3, seguido de un 20 % por la zona 4. Al analizar los flujos horarios se identificó 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.

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 las zonas 3 y 4; esto ya que la zona 3 generó un área de cruce peatonal segura y canalizada. La zona 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.

## Tiempo de cruce peatonal

Otro parámetro que permitió 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 7 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. Se consideró un tamaño de muestra de 83 personas para el periodo antes y 134 para el periodo durante.

En el histograma se evidencia una clara tendencia hacia la reducción de los tiempos para el escenario durante, 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.

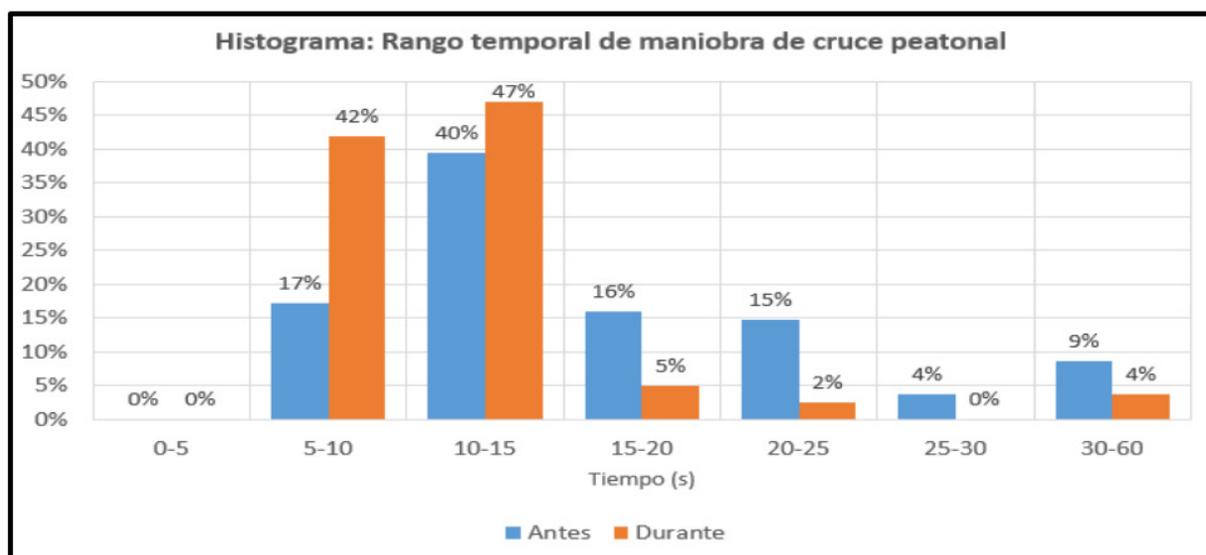


Figura 7. Histograma de tiempos de cruce peatonal

Nota: El tiempo registrado incluye el tiempo de espera y tiempo de cruce, por lo que considera toda la maniobra de cruce peatonal. Tomado de Rodríguez, Zamora y Jiménez, 2018.

Al confirmar que los tiempos de la maniobra de cruce se reducen en el escenario durante la intervención, se verifica que la facilidad peatonal reduce la complejidad de la maniobra. La presencia de la zona segura para cruce peatonal, 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.

### Maniobras conflictivas

Dada la amplitud del acceso y de la vía, los vehículos realizan maniobras de estacionamiento y giro en U de forma constante, afectando el funcionamiento de la vía, la seguridad vial y obstaculizando el transporte público. Por lo anterior, se registraron los conflictos vehiculares y se compararon a nivel horario para el escenario antes y durante, valores presentes en la Figura 8.

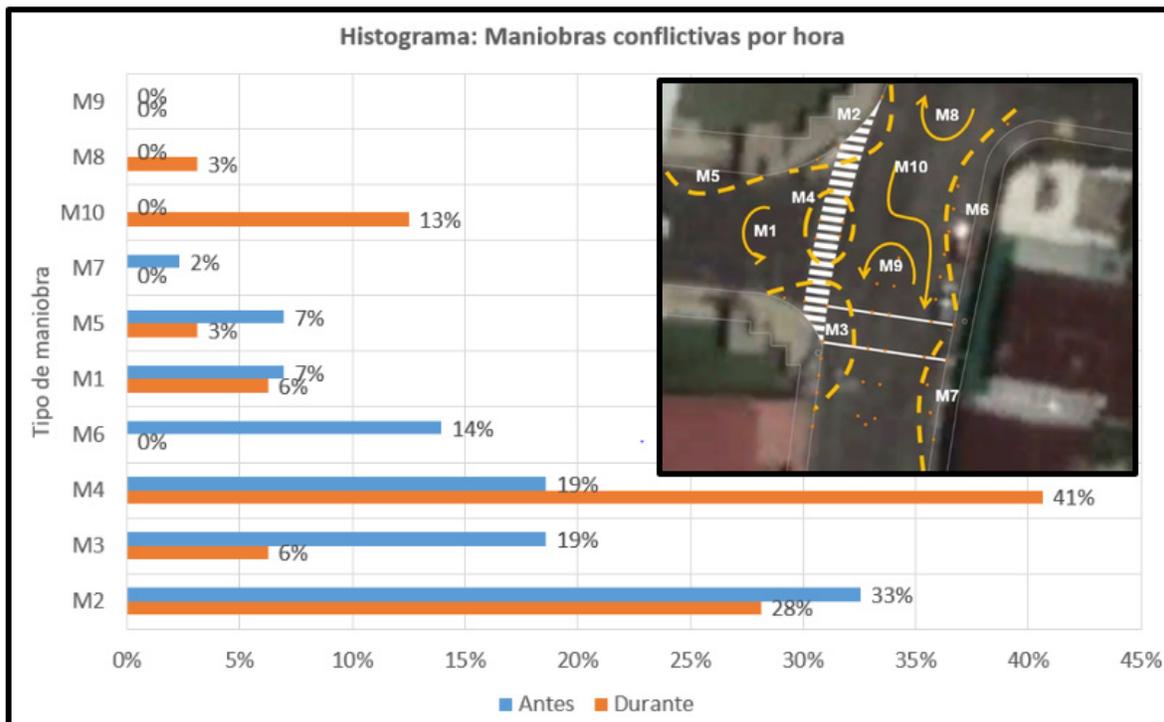


Figura 8. Histograma de maniobras conflictivas  
Nota: Tomado de Rodríguez, Zamora y Jiménez, 2018.

Al analizar las maniobras presentes en la Figura 8, se evidencia la reducción de las maniobras M1, M2, M3 y M5, con cambios entre escenario de hasta 13 %. Sin embargo, resalta el aumento de un 22 %, equivalente a 5 eventos adicionales 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.

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.

### III. 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.

- Percepción de reducción de las velocidades de operación del tráfico automotor debido a la reducción del ancho de los carriles y a 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.
- 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.
- 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.
- En cuanto a las maniobras conflictivas identificadas, en términos generales la intervención generó una reducción del 27 % en las maniobras por hora, esto a pesar del aumento de maniobras de estacionamiento de tipo M4, giro en U y recorridos contravía.
- Las maniobras que solo se presentaron en el escenario durante podrían 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.

Finalmente, con respecto a la intervención bajo un enfoque 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 buscan generar 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 8 ya incluyen estos ajustes realizados en campo.

#### IV. 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 presentan recomendaciones puntuales y el diseño propuesta, presente en la Figura 9.

- Valorar la modificación del 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 9. 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 que 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.



Figura 9. Propuesta de intervención en acceso validada en campo  
Nota: Tomado de Rodríguez, Zamora y Jiménez, 2018.

## V. BIBLIOGRAFÍA

Rodríguez, S., Zamora, J y Jiménez, D. (2018). Informe LM-PI-USVT-010-18: Análisis de movilidad del acceso de la Facultad de Ciencias Sociales en la Finca 2 de la Universidad de Costa Rica. Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT), Programa de Infraestructura de Transporte (PITRA), Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Universidad de Costa Rica. San José, Costa.



LanammeUCR

## LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# PITRA

Programa de  
**Infraestructura del Transporte**

Ing. Ana Luisa Elizondo - Salas M.Sc.

*Coordinadora General a.i.*

### UNIDADES

#### Unidad de Gestión Municipal (UGM)

Ing. Jaime Allen - Monge, Ph.D.

*Coordinador*

#### Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

Ing. Roy Barrantes - Jiménez, M.Sc.

*Coordinador*

#### Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP)

Ing. Ana Luisa Elizondo - Salas M.Sc.

*Coordinadora a.i.*

#### Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Ing. Raquel Arriola - Guzmán, M.Sc.

*Coordinadora*

#### Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)

Ing. Diana Jiménez - Romero, M.Sc., MBA.

*Coordinadora*

#### Comité Editorial 2020:

- Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc., Coordinadora General PITRA a.i.
- Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc. Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA
- Rosa Isella Cordero Solano, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación y diseño: Katherine Zúñiga Villaplana / Control de calidad: Óscar Rodríguez Quintana

Boletín técnico: MOVILIDAD PEATONAL SEGURA: CASO DE ESTUDIO ACCESO A LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. FINCA 2, SEDE RODRIGO FACIO / ENERO 2020

☎ (506) 2511- 2500

📞 (506) 2511-4440

🏠 11501-2060

✉ direccion.lanamme@ucr.ac.cr

🌐 www.lanamme.ucr.ac.cr