

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MANUAL PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE CALLES COMPLETAS PARA EL  
CANTÓN DE CURRIDABAT

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Civil para optar al grado y título de Maestría Profesional en Ingeniería del Transporte y Vías

ANDRÉS MARTÍN UMAÑA BARRIOS

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2025

## **Dedicatoria y agradecimientos**

A mi esposa, Vera Torres por su amor incondicional, apoyo y paciencia a lo largo de todo este proyecto, gracias por estar a mi lado y creer en mí, por acompañarme en esta travesía de esfuerzo, traspasadas y dedicación.

A mi madre, Martha Barrios por inculcarme la necesidad de ser mejor cada día y esforzarme por lograr lo que quiero, siempre con esfuerzo y dedicación. También a mis hermanas Nancy y Mónica, mi hermano Pablo por ser ejemplos de creatividad, esfuerzo y siempre buscar ser mejores, ayudarme con retroalimentación y motivación.


Este logro es también suyo.

Agradezco profundamente a la Universidad de Costa Rica, por brindarme la oportunidad de formarme en un ambiente de excelencia académica y compromiso con el desarrollo del país. A cada profesor y profesora del programa de Maestría en Ingeniería en Transportes y vías, gracias por compartir su conocimiento y por fomentar en mí una visión crítica y responsable de la ingeniería.

A mis compañeros y compañeras de maestría, gracias por el compañerismo, las discusiones enriquecedoras y los momentos compartidos que hicieron de este proceso una experiencia aún más valiosa.

Finalmente, gracias a todos quienes, de una forma u otra, contribuyeron en este recorrido. Este proyecto representa no solo una meta cumplida, sino también la suma de muchos esfuerzos compartidos.

Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Ingeniería en Transportes y Vías.




---

PhD. Andrés González Ureña  
**Representante de la Decanatura  
Sistema de Estudios de Posgrado**



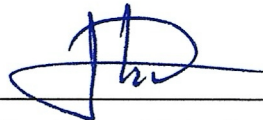
---

M. Sc. Josué Quesada Campos  
**Profesor guía**



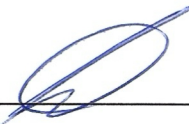
---

M. Sc. Tania Ávila Esquivel  
**Lectora**



---

M. Sc. Alonso Ulate Castillo  
**Lector**



---

PhD. Diego Hidalgo Leiva  
**Director del programa de posgrado en Ingeniería Civil**



---

Andrés Martín Umaña Barrios  
**Sustentante**

## Tabla de contenido

1	RESUMEN .....	1
2	Introducción .....	2
3	Justificación .....	3
4	Objetivos .....	5
4.1	Objetivo General.....	5
4.2	Objetivos Específicos.....	6
5	Metodología .....	6
5.1	Delimitación del problema .....	9
5.1.1	¿Qué es una calle completa?.....	9
5.1.2	¿Por qué es importante crear calles completas en nuestras ciudades?.....	9
5.1.3	¿Por qué implementar mecanismos que fomenten modos más sostenibles en las ciudades? .....	10
5.1.4	Alcance .....	15
5.1.5	Limitaciones .....	16
5.2	Antecedentes .....	16
5.2.1	Proyecto Freses - Biarquira .....	17
5.2.2	Proyecto B° Vásquez Dent .....	18
5.2.3	Barrio La Lía, Curridabat .....	13
5.3	Definición de línea base para el manual de calles completas .....	13
5.3.1	Vehículos de diseño.....	13
5.3.2	Esquema de la clasificación de las vías en Curridabat .....	15
5.3.3	Clasificación de transectos según plan regulador de Curridabat.....	17
5.3.4	Técnicas para tráfico calmado .....	17
5.3.4.1.1	Orejas o ensanchamiento de la esquina .....	18
5.3.5	Infraestructura peatonal .....	24

5.3.6	Infraestructura ciclista .....	27
5.3.7	Estrategia para la implementación de un proyecto de calles completas .....	30
6	Procedimiento para el diseño de una calle completa .....	38
6.1	Identificación.....	40
6.1.1	Formularios para aforos:.....	40
6.2	Planeación .....	45
6.3	Diseño .....	46
6.3.1	Criterios de diseño: .....	46
6.3.2	Infraestructura de tráfico calmado.....	56
6.3.3	Infraestructura peatonal .....	60
6.4	Distribución mínima según características físicas y funcionales.....	65
6.4.1	Zonas de alta densidad.....	66
6.4.2	Zonas de mediana densidad.....	68
6.4.3	Zona de baja densidad .....	70
7	Resultados.....	71
7.1	Ubicación .....	71
7.2	Características de la zona .....	72
7.3	Tipo y alcance de proyecto .....	73
7.3.1	Objetivo del proyecto .....	74
7.3.2	Diagnóstico .....	74
8	Discusión de los resultados .....	80
8.1	Propuesta de diseño.....	80
8.2	Proyección económica .....	84
9	Conclusiones.....	85
10	Recomendaciones .....	86
11	Referencias bibliográficas.....	87
12	Apéndice .....	90

## Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Pirámide de movilidad invertida. [3] .....	3
<i>Figura 2.</i> Fallecidos por tipo de usuario, enfocado en los usuarios más vulnerables. [5].....	5
<i>Figura 3.</i> Diagrama de flujo de la metodología utilizada en el TFIA.....	8
<i>Figura 4.</i> Infografía con la cantidad de muertes por año en carretera y la tasa de mortalidad en Costa Rica. [2] .....	11
<i>Figura 5.</i> Distribución de cantidad de personas por tipo de lesión por año. [2].....	12
<i>Figura 6.</i> Distancia de frenado y posibilidad de sobrevivir ante un atropello. [9].....	13
<i>Figura 7.</i> Radio de visión respecto a la velocidad del automóvil. [3].....	14
<i>Figura 8.</i> Comparación de la demanda de espacio por persona según modo de transporte. [10].....	15
<i>Figura 9.</i> Implementación de la primera etapa del urbanismo táctico en Freses, Curridabat. ....	17
<i>Figura 10.</i> Resultado de la segunda etapa de la intervención .....	18
<i>Figura 11.</i> Implementación de medidas de tráfico calmado en el B° Vásquez Dent, Curridabat.....	19
<i>Figura 12.</i> Comparación de los rangos de velocidad antes y después de la intervención, para el flujo oeste-este. ....	12
<i>Figura 13.</i> Comparación de los rangos de velocidad antes y después de la intervención, para el flujo este-oeste. ....	12
<i>Figura 14.</i> Recuperación de espacio público para la construcción de una micro plaza. La Lía de Curridabat.....	13
<i>Figura 15.</i> Clasificación de las vías en Curridabat.....	16
<i>Figura 16.</i> Diagrama de una oreja. [16].....	19
<i>Figura 17.</i> Intervención tipo chicana. [16].....	20
<i>Figura 18.</i> Detalle de la mini rotonda. [16].....	20
<i>Figura 19.</i> Diagrama del paso peatonal a nivel. [17].....	21
<i>Figura 20.</i> Intersección elevada. [16].....	22
<i>Figura 21.</i> Detalle de la isla de protección peatonal. [16].....	23
<i>Figura 22.</i> Diagrama de islas a mitad del cuadrante.[16] .....	23
<i>Figura 23.</i> Dimensiones para ciclistas urbanos / sistema público de bicicletas. [24] .....	30

<i>Figura 24.</i> Representación de siniestros viales por tipo en calles cantonales de Curridabat. Elaboración propia a partir de la información suministrada por el COSEVI. ....	32
<i>Figura 25.</i> Procedimiento para el diseño de una calle completa .....	39
<i>Figura 26.</i> Ejemplo del formulario para aforar peatones.[9].....	40
<i>Figura 27.</i> Ejemplo de mapeo de las trayectorias peatonales.[27] .....	42
<i>Figura 28.</i> Ejemplo del formulario para aforar ciclistas.....	43
<i>Figura 29.</i> Formulario de aforo vehicular por dirección y tipo. Elaboración propia a partir de CECI .....	44
<i>Figura 30.</i> Proceso para identificar posibles soluciones de cruce. [30].....	63
<i>Figura 31.</i> Propuesta de distribución para calle especial tipo A de 24m. ....	67
<i>Figura 32.</i> Propuesta de distribución para calle especial tipo B de 20m. ....	67
<i>Figura 33.</i> Distribución planteada para calle especial tipo C de 18m.....	68
<i>Figura 34.</i> Distribución planteada para una calle primaria de 14m. ....	69
<i>Figura 35.</i> Distribución planteada para una calle secundaria de 11m.....	69
<i>Figura 36.</i> Distribución para una calle terciaria de 8,5m.....	71
<i>Figura 37.</i> Ubicación del caso práctico .....	72
<i>Figura 38.</i> Ubicación de los conteos realizados. ....	74
<i>Figura 39.</i> Distribución por rangos de las velocidades en el punto 1. ....	75
<i>Figura 40.</i> Mapeo de trayectorias peatonales en el sitio de estudio .....	77
<i>Figura 41.</i> Situación original en el sitio de estudio.....	80
<i>Figura 42.</i> Intervención propuesta para convertir la C087 en una calle completa .....	80
<i>Figura 43.</i> Estrechamiento en la intersección entre RN02 y C087 .....	81
<i>Figura 44.</i> Cruce seguro a la mitad del cuadrante.....	82
<i>Figura 45.</i> Chicana sobre la C087 .....	83
<i>Figura 46.</i> Intersección C087-T083a.....	83

#### Lista de tablas

<i>Tabla 1.</i> Principales causas de muerte por grupos de edad en el mundo, 2004. [5] .....	4
<i>Tabla 2.</i> Cantidad de siniestros viales en el cantón de Curridabat, clasificado por gravedad.[2].....	11
<i>Tabla 3.</i> Clasificación por tipo de accidente [2].....	12

Tabla 4. <i>Conteo de vehículos en la intersección 2 de la urbanización Vásquez Dent.</i> [7]..	20
Tabla 5. <i>Dimensiones de los vehículos de diseño.</i> [13] .....	14
Tabla 6. <i>Radio mínimo de giro de los vehículos de diseño.</i> [13].....	14
Tabla 7. <i>Espacio mínimo requerido para el desplazamiento de peatones.</i> [19] .....	25
Tabla 8. <i>Ancho mínimo recomendado para aceras nuevas.</i> .....	26
Tabla 9. <i>Calificación de camino con visión de infraestructura ciclista</i> [21].....	27
Tabla 10. <i>Clasificación de priorización de camino con visión de infraestructura ciclista</i> ...	28
Tabla 11. <i>Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades.</i> [21] .....	30
Tabla 12. <i>Trabajos de campo para determinar indicadores de movilidad.</i> [10] .....	33
Tabla 13. <i>Eficiencia de cada intervención para diferentes tipos de conflictos viales.</i> [16].	37
Tabla 14. <i>Nivel de servicio peatonal</i> .....	41
Tabla 15. <i>Resumen para cada tipo de intervención de la clase deflexión horizontal, según su clasificación.</i> [15].....	48
Tabla 16. <i>Resumen para cada tipo de intervención de la clase deflexión vertical, según su clasificación.</i> [15].....	49
Tabla 17. <i>Resumen para cada tipo de intervención de la clase obstrucción física, según su clasificación.</i> [15].....	50
Tabla 18. <i>Resumen para cada tipo de intervención de la clase señales en el pavimento, según su clasificación.</i> [15].....	51
Tabla 19. <i>Matriz sobre escogencia del tipo de intervención basado en las características del sitio.</i> [15].....	52
Tabla 20. <i>Especificaciones para intervenciones de deflexión horizontal.</i> .....	56
Tabla 21. <i>Especificaciones técnicas para intervenciones de deflexión vertical.</i> .....	57
Tabla 22. <i>Especificaciones técnicas para obstrucción física.</i> .....	58
Tabla 23. <i>Especificaciones técnicas para señales y marcas en el pavimento.</i> .....	59
Tabla 24. <i>Cantidad y espaciamiento entre líneas transversales.</i> [28] .....	60
Tabla 25. <i>Ancho de aceras según su uso.</i> [20] .....	61
Tabla 26. <i>Tipo de cruce basado en el grado de conflicto obtenido</i> [30] .....	62
Tabla 27. <i>Clasificación de zonas según distancia de cruce y velocidad.</i> [30] .....	64
Tabla 28. <i>Facilidades de cruce peatonal recomendadas según la zona.</i> [30].....	65
Tabla 29. <i>Datos obtenidos mediante conteos vehiculares, clasificado por tipo de vehículo</i> .....	75

Tabla 30. <i>Conteo vehicular del jueves a cada 15min en el punto 1</i> .....	78
Tabla 31. <i>Criterio para selección de facilidad ciclista</i> .....	79
Tabla 32. <i>Proyección económica para implementar de manera permanente el diseño propuesto</i> .....	84

## 1 RESUMEN

Este proyecto busca desarrollar un manual de diseño para la implementación de calles completas en el cantón de Curridabat, el cual se realiza mediante la revisión del estado del arte y análisis de proyectos previos realizados en Costa Rica. Para ello se elabora un análisis para la identificación de necesidades de los diferentes usuarios de la vía, así como puntos de conflicto y establece una metodología para cuantificar tanto el riesgo como las necesidades por mejorar de la infraestructura, compara estrategias de intervención según su funcionalidad basado en el tipo de infraestructura a realizar, por ejemplo, deflexiones horizontales y verticales, obstrucción física, señales y marcas en el pavimento; También se analiza el costo económico para cada una de las estrategias de tráfico calmado y el proyecto desarrolla un caso práctico que pone en práctica las técnicas implementadas en el manual. Como resultado se obtuvo que la metodología planteada permite realizar tareas de manera sucesiva que permiten ir identificando la necesidad principal del sitio en estudio, permitiendo proponer soluciones basadas en los requerimientos específicos del sitio del proyecto y en un presupuesto proyectado.

Calles completas, Tráfico calmado, Metodología de diseño, Pacificación vial.

## ABSTRACT

This Project creates a manual with the methodology to implement Complete Streets in Curridabat, Costa Rica. This manual it is created it based on literary review from other countries with complete streets experience and best practices, includes previous projects executed it in Costa Rica. The principal goal is to understand the needs of different transportation modes and identify unsafe conditions on the street or intersections. Also, this manual evaluates different intervention strategies, considering their effectiveness based on the type of infrastructure geometry, for example, horizontal or vertical deflections, physical obstructions and marked signals. This project includes economic analysis for each traffic calming infrastructure proposed and using these strategies a real case study is developed to apply and evaluate the concepts proposed in the manual. The results indicate that this methodology facilitates a structured process for identifying the essential needs of the project, to ensure solutions that create a safer street within budget.

Complete street, Traffic calming, design methodology.

## **2 Introducción**

Históricamente las ciudades en Latinoamérica han venido creciendo de una manera descontrolada, sin planificación. Esto ha provocado a que la huella de estas ciudades sea cada vez más extensa, lo que sumado al ineficiente, lento y mal servicio de transporte público ha generado que los ciudadanos opten por realizar sus desplazamientos en vehículos privados.[1]

Desde su aparición, los vehículos privados han tomado mayor importancia ya que para muchos dan estatus social y consideran que disminuyen los tiempos de desplazamiento. Por lo que la infraestructura pública ha dirigido sus esfuerzos en mejorar las condiciones para que los vehículos privados se desplacen sin mayor inconveniente.

La infraestructura ha generado que la prioridad sea para los vehículos privados, al cual se le suma la mala educación vial y el exceso de velocidad con la que se circula. En Costa Rica, se puede observar que las muertes en carretera van en aumento. En el 2020 murieron 311 personas, en el 2021 murieron 373 personas, en el 2022 murieron 491 y para el año 2023 se reportó 528 personas muertas en carretera.[2]

La finalidad del manual es cambiar el paradigma de movilidad, diseñar infraestructura dirigida a los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público, recuperar espacios que generen que las personas se vuelvan a apropiarse de ellos, basado en la pirámide invertida de movilidad, la cual se puede representar como la figura 1.

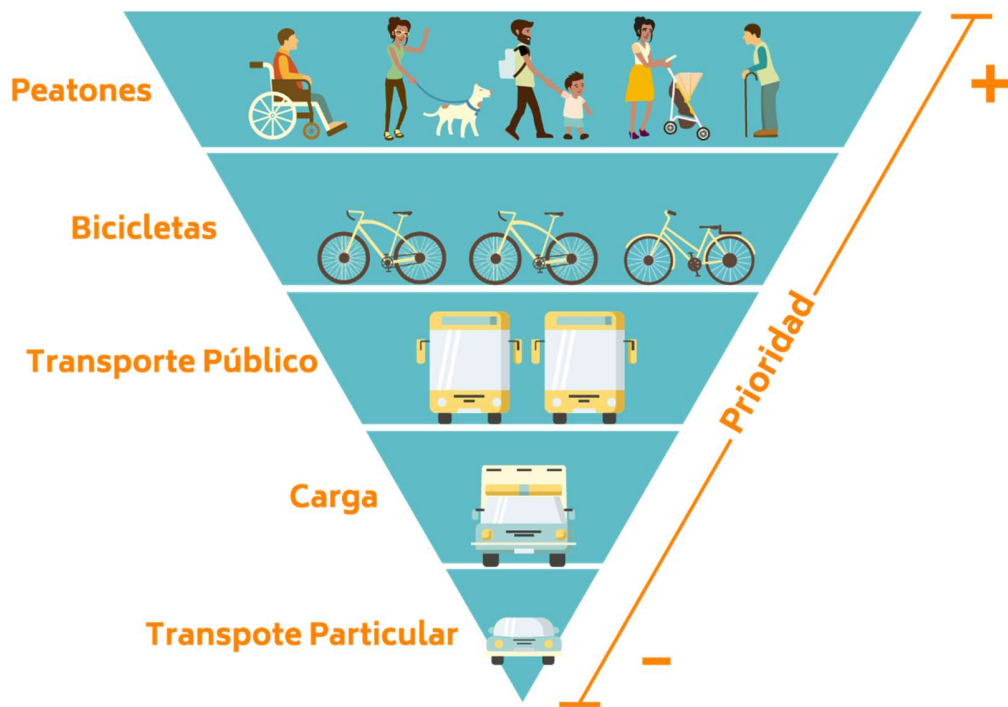


Figura 1. Pirámide de movilidad invertida. [3]

### 3 Justificación

A nivel mundial desde 1990 las muertes por siniestros de tránsito está entre las principales 10 causas específicamente en el puesto 9, para el 2020 se proyecta que sea la número 3 solamente superada por causas en salud como el corazón isquémico y la depresión unipolar [4]. La tabla 1 muestra cómo se distribuyen las causas de muerte por rangos de edad, donde se puede observar que para el rango de 15 a 29 años es la principal causa de muerte, para el rango de 5-14 años el segundo y para el rango 30-44 años es la tercera causa.

La mayoría de estas muertes pueden evitarse por medio de la implementación y diseño de infraestructura, que imposibilite el desarrollo de velocidades desmedidas.

**Tabla 1. Principales causas de muerte por grupos de edad en el mundo, 2004. [5]**

0-4 años	5-14 años	15-29 años	30-44 años	45-59 años	Todas las edades
Afecciones perinatales	Infecciones en las vías respiratorias inferiores	Traumatismos causados por el tránsito	Infección por el VIH / SIDA	Cardiopatía isquémica	Cardiopatía isquémica
Infecciones en las vías respiratorias inferiores	Traumatismos causados por el tránsito	Infección por el VIH / SIDA	Tuberculosis	Enfermedades cerebrovasculares	Enfermedades cerebrovasculares
Enfermedades diarreicas	Malaria	Tuberculosis	Traumatismos causados por el tránsito	Infección por el VIH / SIDA	Infecciones en las vías respiratorias inferiores
Malaria	Ahogamiento	Violencia interpersonal	Cardiopatía isquémica	Tuberculosis	Afecciones perinatales
Sarampión	Meningitis	Lesiones autoinfligidas	Lesiones autoinfligidas	Enfermedad pulmonar obstructiva	Enfermedad pulmonar obstructiva
Anomalías congénitas del corazón	Enfermedades diarreicas	Infecciones en las vías respiratorias inferiores	Violencia interpersonal	Cánceres de la tráquea, bronquios y pulmones	Enfermedades diarreicas
Infección por el VIH / SIDA	Infección por el VIH / SIDA	Ahogamiento	Infecciones en las vías respiratorias inferiores	Cirrosis hepática	Infección por el VIH / SIDA
Tos ferina	Tuberculosis	Incendios	Enfermedades cerebrovasculares	Traumatismos causados por el tránsito	Tuberculosis
Meningitis	Malnutrición proteína energética	Guerras y conflictos	Cirrosis hepática	Infecciones en las vías respiratorias inferiores	Cánceres de la tráquea, bronquios y pulmones
Tétanos	Incendios	Hemorragia materna	Envenenamientos	Diabetes mellitus	Traumatismos causados por el tránsito
Malnutrición proteína energética	Sarampión	Cardiopatía isquémica	Hemorragia materna	Lesiones autoinfligidas	Diabetes mellitus
Sífilis	Leucemia	Envenenamientos	Incendios	Cáncer de estómago	Malaria
Ahogamiento	Anomalías congénitas del corazón	Aborto	Nefritis y nefrosis	Cáncer de hígado	Cardiopatía hipertensiva
Traumatismos causados por el tránsito	Tripanosomiasis	Leucemia	Ahogamiento	Cáncer de mama	Lesiones autoinfligidas

Tomando en cuenta que los usuarios más vulnerables son los peatones, los ciclistas y los motociclistas que suman más del 64% de las muertes totales en sitio del 2012 hasta el 72% en el año 2017, ver figura 2. Demuestran que se debe enfocar con mayor esfuerzo y concordancia con la vida, el diseño y construcción de la infraestructura vial para proteger la vida de todos los usuarios de la vía.



Figura 2. Fallecidos por tipo de usuario, enfocado en los usuarios más vulnerables. [5]

Es de suma importancia darle una visión con enfoque de género a la manera en que se desarrolla la ciudad, ya que el 59% de los usuarios del transporte público son mujeres [6], es decir son las que en mayor porcentaje deben caminar, cruzar, subir y bajar por las ciudades. La mala condición de las aceras, de las paradas de autobús, el acoso sexual y la inseguridad vial son algunos de los problemas a los que se deben enfrentar día con día.

¿Cómo lograr una movilidad libre y segura? Generando protocolos de prevención, denuncia, monitoreo, campañas de sensibilización y por medio de infraestructura de pacificación vial.

## 4 Objetivos

### 4.1 Objetivo General

Desarrollar un manual de diseño que facilite la conversión de las vías del cantón de Curridabat en calles completas.

## **4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las necesidades y conflictos entre los diferentes usuarios de la infraestructura vial en el cantón de Curridabat.
- Comparar eficiencia y utilidad de las diferentes metodologías de tráfico calmado.
- Cuantificar las intervenciones con el fin de realizar un análisis económico y su usabilidad.
- Implementar un ejercicio práctico en el cantón de Curridabat para verificar su aplicabilidad

## **5 Metodología**

El trabajo final de investigación aplicada se realizó siguiendo la metodología que permitió la delimitación del problema con el fin de identificar cuál es el fondo del tema investigado, definió qué es una calle completa, por qué es importante su implementación, de igual manera se definieron cuáles fueron los alcances y limitaciones de la investigación.

Mediante un análisis de los antecedentes de proyectos con una visión similar basado en datos históricos se analizó la importancia de establecer proyectos que buscan resguardar la vida humana sin importar el modo de transporte en el que se desplacen las personas. También se estudió cómo estrategias de intervención mediante el desarrollo de infraestructura pueden ayudar a cambiar el comportamiento de las personas a la hora de utilizar los diferentes tipos de vehículos.

Para la creación de un manual para el diseño de calles completas en el cantón de Curridabat, se realizó la revisión de proyectos que cumplan con algunas de las características de calles completas para identificar lecciones aprendidas, beneficios de su implementación, memoria histórica de intervenciones y análisis de comportamientos posteriores a la intervención que establecen líneas de base comparables en el tiempo.

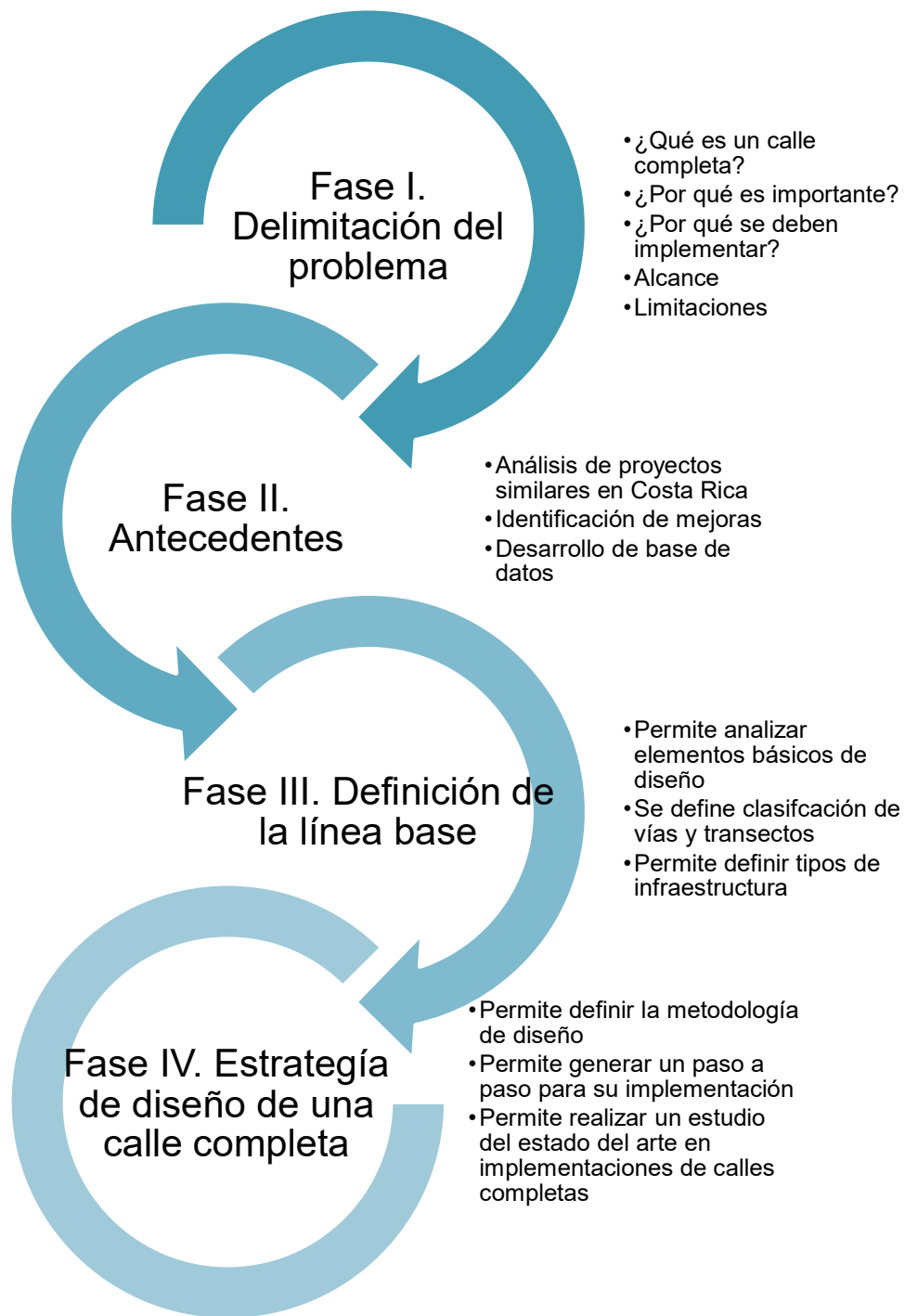
Mediante la revisión de referencias bibliográfica con relación a estrategias para el análisis, evaluación y diseño de calles completas en otras ciudades del mundo. Se obtuvieron los requerimientos mínimos del manual de calles completas para la ciudad de Curridabat.

Se generó un listado de características que se deben analizar para verificar la funcionalidad y eficiencia de posibles intervenciones mediante líneas base con el fin de monitorear el impacto de las estrategias a realizar. También se brindaron posibles soluciones basadas

en las diferentes estrategias de intervención, atendiendo necesidades puntuales que mejoren la seguridad vial del sector analizado. Para ello se realizó una matriz que permita la comparación de los tipos de intervención para realizar la escogencia de la estrategia que mejor solucione el tema de inseguridad vial dentro del presupuesto.

Mediante el desarrollo de un caso práctico se valoró la efectividad de la metodología planteada en el manual con el fin de cuantificar si dicha estrategia cumple los requisitos de aplicabilidad y eficiencia, así como el respaldo técnico para la atención del problema de inseguridad vial.

En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo con las fases utilizado en la investigación aplicada, la cual muestra las fases con las tareas importantes realizadas, así como la justificación de su realización.



**Figura 3. Diagrama de flujo de la metodología utilizada en el TFIA**

## **5.1 Delimitación del problema**

Para la delimitación del problema se realizaron algunas preguntas que permitieran explicar la importancia de analizar, respaldar e implementar estrategias que incentiven el uso de los diferentes modos de transporte en las calles urbanas del cantón de Curridabat. Esto permite entender mejor la finalidad de la investigación y establecer el alcance de este.

### **5.1.1 ¿Qué es una calle completa?**

Una calle completa es aquella infraestructura pública que brinda acceso, seguro y conveniente a todas las personas sin importar la edad, estrato social o raza, tomando en cuenta todos los modos de transporte posibles. Esto llega a incentivar el uso de modos de transporte amigables con el ambiente como lo es caminar o andar en bicicleta, además reduce la necesidad de utilizar vehículo privado y mejora la seguridad vial. [7]

### **5.1.2 ¿Por qué es importante crear calles completas en nuestras ciudades?**

El Manual Calles Completas [8] enumera algunos beneficios sobre la creación y aplicación de calles completas en las ciudades urbanas:

1. Facilita la coexistencia de modos de transporte para desplazarse por la ciudad, ya que al crear un espacio seguro se puede escoger si caminar, andar en bicicleta, transporte público o vehículo particular.
2. La capacidad de las vías aumenta, ya que al incluir otros modos de transporte con mejor eficiencia en cuanto a densidad se requiere usar menor espacio de la ciudad para desplazarse.
3. La seguridad vial se ve mejorada, ya que con un correcto diseño se puede tener mayor certeza sobre los movimientos y acciones que pueden realizar los diferentes usuarios de las vías.
4. El generar mejoras en las vías, provoca que sea más atractivas para los usuarios. Esto tiene un impacto positivo hacia los comercios aledaños, ya que se vuelve un atractor de viajes e invita a las personas a ocupar los espacios de ocio de la vía.
5. Uno de los mayores productores de gases de efecto invernadero (GEI) son los vehículos automotores, por lo que las calles completas incentivan el uso de otros medios de transporte más ecológicos como las bicicletas, desplazamientos

caminando y viajes en autobús. Esto tendría un impacto positivo al ambiente por la disminución de los gases de efecto invernadero y el ruido.

6. El promover el desplazamiento con medios activos incrementan la actividad física y en consecuencia se logra reducir problemas cardiovasculares, respiratorios y puede ayudar a controlar la obesidad.
7. La interacción entre las personas se ha visto reducida por el uso de los vehículos. Los modos de transporte como caminar, la bicicleta y el transporte público mejoran las relaciones sociales e incentivan el apropiamiento de los espacios públicos de la ciudad. [8]

### 5.1.3 ¿Por qué implementar mecanismos que fomenten modos más sostenibles en las ciudades?

Desarrollar barrios y ciudades caminables, por medio de infraestructura vial segura, accesible y conveniente para los peatones, dinamiza la economía y genera comunidad.

La meta de pacificar las calles es lograr que las personas que viven en la ciudad se apropien de los espacios, que no teman salir de sus viviendas. La mayoría de los desplazamientos son factibles hacerlos caminando, por eso se debe generar infraestructura que sea segura y cómoda.

En Costa Rica, desde el año 2012 al 2023 fallecieron en carretera más de 5018 personas en sitio, según el informe estadístico del COSEVI [2], en donde la tasa de mortalidad por estos hechos se ha mantenido entre 6.32 en el 2022 y 10.28 en el 2023, como se muestra en la figura 4.

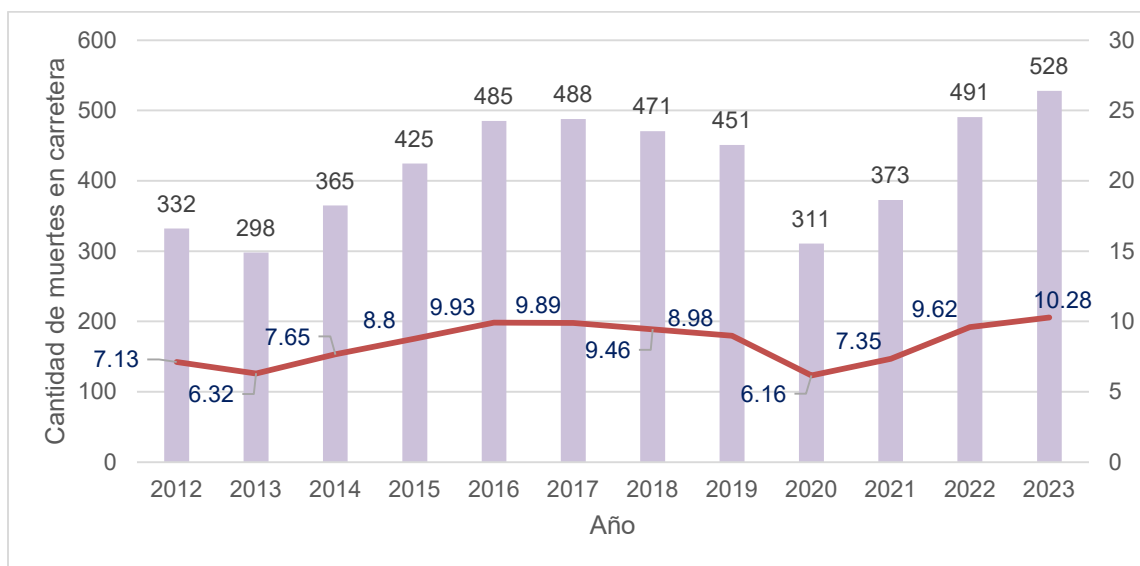


Figura 4. Infografía con la cantidad de muertes por año en carretera y la tasa de mortalidad en Costa Rica. [2]

En Curridabat, desde el 2020 se han registrado 1556 siniestros viales en donde al menos una persona sufre una lesión, ya sea ileso, herido leve, herido grave o la muerte en sitio. En la Tabla 2 se muestra el tipo y cantidad de personas involucradas en siniestros viales, según el tipo de lesión y la figura 5 muestra el comportamiento con el tiempo.

Tabla 2. Cantidad de siniestros viales en el cantón de Curridabat, clasificado por gravedad.[2]

Año	Muerte en sitio	Herido Grave	Herido Leve	Ileso	Total
2023	4	19	287	255	565
2021	2	14	299	211	526
2020	1	16	237	212	466

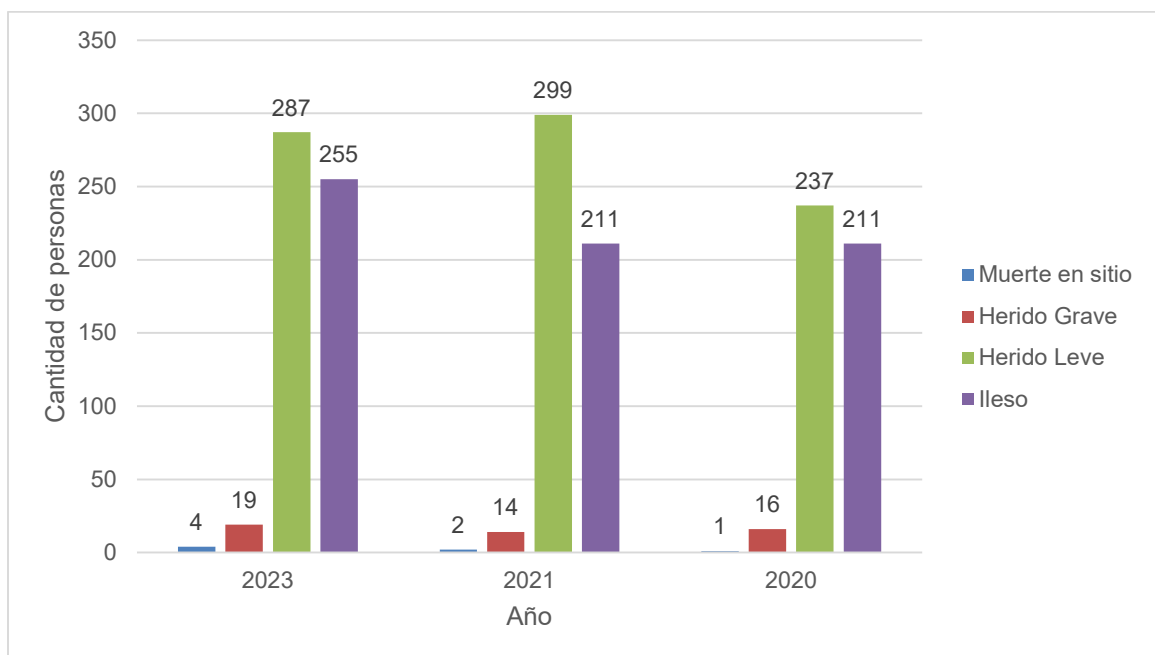


Figura 5. Distribución de cantidad de personas por tipo de lesión por año. [2]

Estos datos se clasificaron según el rol de las personas involucrados en el percance, se obtuvo la clasificación mostrada en la tabla 3:

Tabla 3. Clasificación por tipo de accidente [2]

Rol	2020	%	2021	%	2023	%
Motociclista	157	33.69%	165	31.37%	179	31.68%
Ciclista	22	4.72%	23	4.37%	28	4.96%
Conductor	218	46.78%	226	42.97%	253	44.78%
Pasajero	19	4,08%	40	7.60%	49	8.67%
Peatón	19	4,08%	27	5.13%	18	3.19%
Otros	0	0,00%	0	0,00%	6	1,06%
Pasajero bus	9	1.93%	14	2.66%	8	1.42%
Pasajero bicicleta	1	0.21%	1	0.19%	1	0.18%
Pasajero moto	16	3.43%	26	4.94%	19	3.36%
Dueño de propiedad	5	1,07%	4	0.76%	4	0.71%
Desconocido	0	0,00%	0	0,00%	0	0
<b>Total</b>	<b>466</b>	<b>100,00%</b>	<b>526</b>	<b>100,00%</b>	<b>565</b>	<b>100%</b>

Como se puede observar en la tabla 4, casi la mitad de los siniestros viales involucraron conductores y pasajeros de vehículos y en segundo lugar ocupantes de motocicletas. Es importante entender que entre más vulnerable sea la persona gracias a su modo de transporte existe una mayor probabilidad de que los daños directos sean de mayor magnitud. De ahí se da la importancia de proteger a los más vulnerables según la pirámide invertida de movilidad.

El desarrollo del manual de calles completas busca facilitar la toma de decisiones, ya que explica paso por paso las tareas a seguir, recomendaciones técnicas y lineamientos detallados del proceso.

Para este manual se da la importancia de incluir varios ámbitos de desarrollo, como lo son el diseño geométrico de la infraestructura, lineamientos a seguir, involucramiento de la comunidad, incluir el diseño con enfoque de género y los modos de transporte, programación y ejecución de proyectos de urbanismo táctico.

Teniendo claro el enfoque del problema se debe buscar soluciones, por lo que generar espacios seguros ante riesgos de atropello, acoso y accesibilidad es que la pacificación vial tiene un impacto importante.

Al implementar medidas de pacificación vial se logra una inclusión universal, cruces seguros y accesibilidad para toda la población. Disminuyendo la posibilidad de muerte ante un atropello o tan simple como disminuir la posibilidad de ser atropellado. Como se muestra en la figura 6, al disminuir la velocidad se requiere menor distancia de frenado y la persona peatona tiene mayor posibilidad de sobrevivir ante un atropello.

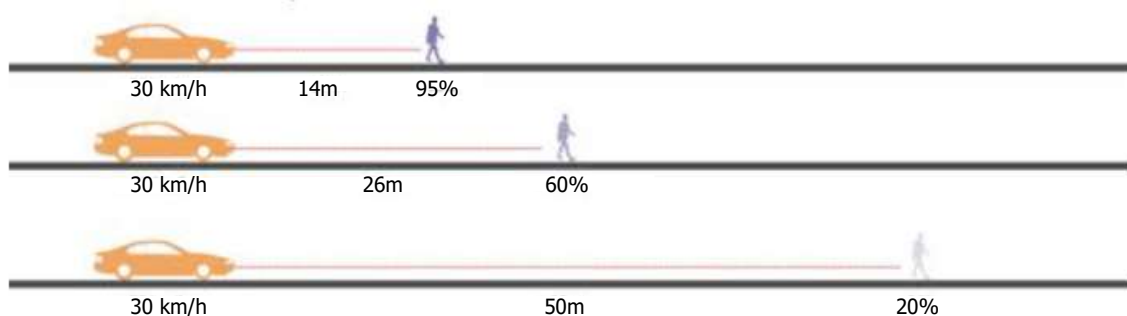
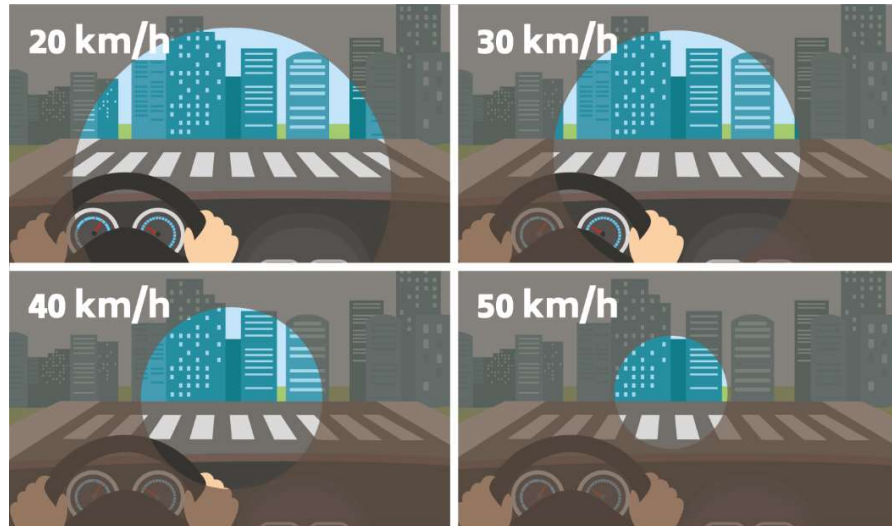


Figura 6. Distancia de frenado y posibilidad de sobrevivir ante un atropello. [9]

La figura 7, muestra que para velocidades menores de los 30kph el radio de visión es mayor en comparación con velocidades mayores, permitiendo que la persona conductora puede estar más atenta a lo que ocurre a su alrededor, permitiendo tomar decisiones más acertadas.



*Figura 7.* Radio de visión respecto a la velocidad del automóvil. [3]

De acuerdo con las figuras 6 y 7 muestran la necesidad de controlar las velocidades máximas según el uso de la vía, esto con el fin de generar espacios seguros para todos.

La congestión vial se genera cuando la capacidad de la vía es superada por la cantidad de vehículos que transitan sobre ella lo que genera que las personas queden atrapadas sin poder avanzar hacia su destino. En Latinoamérica se ha beneficiado mucho la infraestructura para el vehículo personal, siendo este el modo de transporte menos eficiente en el uso de espacio como se puede observar en la figura 8, por cada vehículo que en promedio ocupan 1,3 personas se requiere hasta 60m<sup>2</sup> por persona para poder desplazarse de manera efectiva, este exceso de espacio que se requiere ha provocado que se relegue los otros modos de transporte a casi su inexistencia.

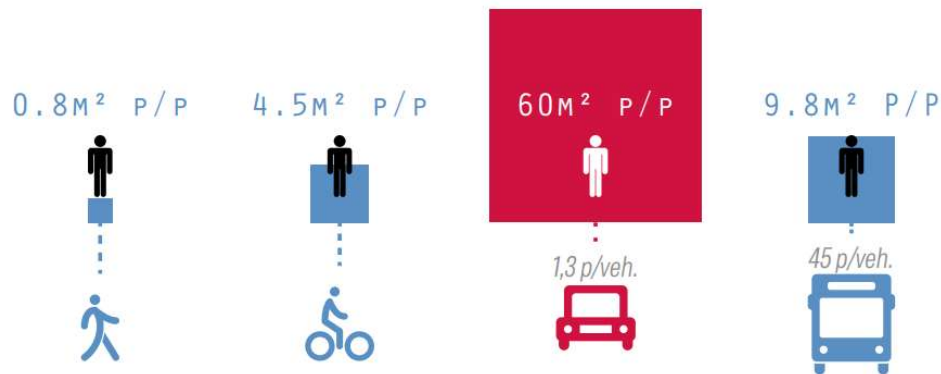


Figura 8. Comparación de la demanda de espacio por persona según modo de transporte. [10]

La congestión por su lado genera afectación en la calidad del nivel de servicio de las carreteras, aumento del estrés de los conductores y en el tiempo de viaje. [11]

Generar infraestructura pública que permita tener la posibilidad de escoger qué modo utilizar con el fin de prever el tiempo, la distancia, la comodidad y seguridad es uno de los principales retos que tienen los gobiernos nacionales y locales a nivel mundial. Realizar una distribución de inversión y de espacio es clave para lograr disminuir la brecha a nivel económico y social que se observa en nuestras ciudades y que muestran la inequidad al acceso de la ciudad.

#### 5.1.4 Alcance

El proyecto desarrolló una herramienta que facilita y potencia el diseño de infraestructura pública que pueda mejorar la seguridad vial en el cantón de Curridabat, por sus condiciones y características este manual podrá ser replicado a lo largo de la Gran Área Metropolitana.

Se realizó la recopilación de las estrategias utilizadas en Latinoamérica y diferentes partes del mundo, enfocado principalmente en generar vías auto explicativas, indulgentes y que brinden de seguridad vial a todos y todas las personas que necesiten desplazarse por la ciudad.

Como resultado se elaboró la guía para la recolección de información y las especificaciones técnicas mínimas para que los diseños cumplan con el proceso total.

El rediseño de los sistemas pluviales para el manejo de las aguas superficiales no es abarcado en el proyecto, pero es de suma importancia considerar las mejoras necesarias a realiza, principalmente en un clima tan lluvioso como en Costa Rica.

#### **5.1.5 Limitaciones**

En el país se cuenta con poca infraestructura ya construida que cumpla con las características de calle completa, por lo cual se limita el análisis de proyectos reales. El personal de campo es limitado para realizar las mediciones de velocidad, conteo de vehículos en todas las vías del cantón de Curridabat. Algunos de los datos obtenidos fueron tomados en pandemia, el cual modificó el comportamiento de las vías lo que arroja resultados distintos en comparación a la realidad.

El manual plantea para algunas de las vías más importantes del cantón de Curridabat y la cual se puede repetir en los diferentes sectores del cantón. No se cuenta con una base de datos extensa sobre cantidad de vehículos, tipos y velocidades, por lo que hasta ahora se empieza a levantar esta información de campo.

Debido a lo cambiante que son nuestras ciudades el manual está dirigido a resolver un tema actual por lo que para condiciones diferentes se deben replantear las soluciones o propuestas planteadas.

El transporte público en Costa Rica es administrado por el Consejo de Transporte Público que es el ente encargado de dar las líneas de autobuses en concesión por lo que a nivel municipal es difícil lograr cambios importantes en la infraestructura, por lo tanto, para casos prácticos no se plantean mejoras a nivel de transporte público sobre la calzada de circulación.

#### **5.2 Antecedentes**

En el país fue difícil identificar sitios donde se haya aplicado alguna metodología de calles completas. Se identificó que el cantón de Curridabat desde el año 2017 cuenta con la política pública cantonal denominada “Acceso a destinos deseados” la cual busca mejorar la seguridad vial de todos los usuarios de la vía, tomando como referencia la pirámide invertida de movilidad, por lo tanto, al tener una visión similar al de las calles completas se tomó como referencia de implementación.

### 5.2.1 Proyecto Freses - Biarquirá

Por lo que desde el 2017 se ha estado invirtiendo en diseños participativos como lo son “Espacios de dulzura” o los proyectos de “Transiciones” en las que los vecinos indicaban sus necesidades y por medio de los diseños se buscaba atender estas peticiones. Debido al alto costo de estos proyectos, desde la Municipalidad se tomó la decisión de realizar los proyectos por etapas. En el proyecto de transición de Freses-Biarquirá el cual toma lugar desde la frontera con el cantón de Montes de Oca hasta la estación del tren del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, se inició con la implementación de urbanismo táctico. El cual se realizó por medio de demarcación horizontal cómo primera etapa, en donde la calle cuenta con un derecho de vía de 20 m, dejando aproximadamente 16 m para la circulación de los vehículos y al tener un tránsito promedio diario menor a 500, se demuestra que la vía está subutilizada. Con la implementación del urbanismo táctico (ver figura 9) se reduce a un carril por sentido, se asigna espacio para el parqueo y se recupera una isla en centro que se destina para el desarrollo de actividades físicas.



*Figura 9.* Implementación de la primera etapa del urbanismo táctico en Freses, Curridabat.

La segunda etapa (ver figura 10) incluye implementación de señalización vertical, separación física por medio de maceteras y bolardos con el fin de delimitar la mediana central para los peatones.



*Figura 10.* Resultado de la segunda etapa de la intervención

En conjunto con los vecinos de Freses – Biarquira se desarrollaron dos convocatorias para llenar de color el primer sector del boulevard, por medio de pintura y figuras geométricas, así como, la siembra de plantas nativas. La intervención tomó lugar frente al parque municipal con el fin de potenciar su uso, aumentando la seguridad de las personas que cruzan la calle para dirigirse hacia el parque desde su vivienda o viceversa.

La intervención consistió en la reducción de la cantidad de carriles a uno por dirección con un ancho de 4,0 m, habilitando un espacio de parqueo a ambos lados de la calle y recuperando 6,0 m en el centro de la vía generando una mediana, que acorta la distancia de recorrido peatonal y estableciendo un espacio de resguardo al cruzar.

Esta intervención se estableció como la base de análisis para el proyecto de graduación de licenciatura del estudiante Alonso Montoya Sancho en donde realizaron conteos peatonales, medición de velocidades y encuestas a usuarios del sector antes y después de la intervención.

### 5.2.2 Proyecto B° Vásquez Dent

Por iniciativa de los vecinos del barrio Vásquez Dent, los cuales se acercaron a la Municipalidad a exponer sus necesidades y preocupaciones por la gran cantidad de vehículos pesados que circulan por el barrio, los vehículos a grandes velocidades, el sector cuenta con un alto número de adultos mayores y la inseguridad vial que genera el exceso de velocidad para los niños que asisten al kínder Sarita Montealegre, se inicia con una serie

de estudios de velocidad, conteos vehiculares, de peatones y encuestas en conjunto con el estudiante Giancarlos Umaña de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica [12]. Se plantea una intervención para calmar el tráfico de bajo costo en el barrio. Con la implementación de tres islas de protección peatonal en las intersecciones más conflictivas, ver figura 11, generando una disminución importante en la cantidad de vehículos pesados y en la velocidad de circulación de los vehículos privados.



*Figura 11.* Implementación de medidas de tráfico calmado en el B° Vásquez Dent, Curridabat.

Con el fin de analizar la efectividad del proyecto, se realizaron conteos vehiculares y de velocidades antes y después del proyecto. Este conteo fue realizado por el estudiante Giancarlos Umaña por medio de una cámara de video y complementariamente se trabajó el conteo manual como se puede observar en la tabla 4. Para la toma de velocidades se utilizaron contadores de neumático marca MetroCount, antes del proyecto las muestras fueron tomadas por la Dirección de Gestión Vial y después de realizar las intervenciones fueron tomadas por el estudiante Giancarlos Umaña, por el apoyo del equipo de LANAMME-UCR.

En las figuras 12 y 13 se muestra la comparación de las velocidades que experimentan los vehículos al cruzar por el sector, se analiza los rangos de desplazamiento antes y después de la intervención.

**Tabla 4.** *Conteo de vehículos en la intersección 2 de la urbanización Vásquez Dent.[7]*

		Acceso Sur			Acceso Norte			Acceso oeste			Acceso este		
		MD	GD	GI	MD	GD	GI	MD	GD	GI	MD	GD	GI
Antes	Vehículos	138	100	201	208	352	24	2765	374	301	140	16	13
	Pesados	2	3	8	1	11	1	136	9	2	5	0	1
	% de Pesados	1,4%	3,0%	4,0%	0,5%	3,1%	4,2%	4,9%	2,4%	0,7%	3,6%	0,0%	7,7%
Después	Vehículos	150	106	188	223	402	20	2536	392	314	127	11	10
	Pesados	0	1	6	4	7	0	75	9	4	1	0	1
	% de Pesados	0,0%	0,9%	3,2%	1,8%	1,7%	0,0%	3,0%	2,3%	1,3%	0,8%	0,0%	10,0%
Diferencia	Vehículos	-12	-6	13	-15	-50	4	229	-18	-13	13	5	3
	Pesados	2	2	2	-3	4	1	61	0	-2	4	0	0
	% de Pesados	-1,4%	-2,1%	-0,8%	1,3%	-1,4%	-4,2%	-2,0%	-0,1%	0,6%	-2,8%	0,0%	2,3%
		MD	Misma dirección										
		GD	Giro derecho										
		GI	Giro izquierdo										

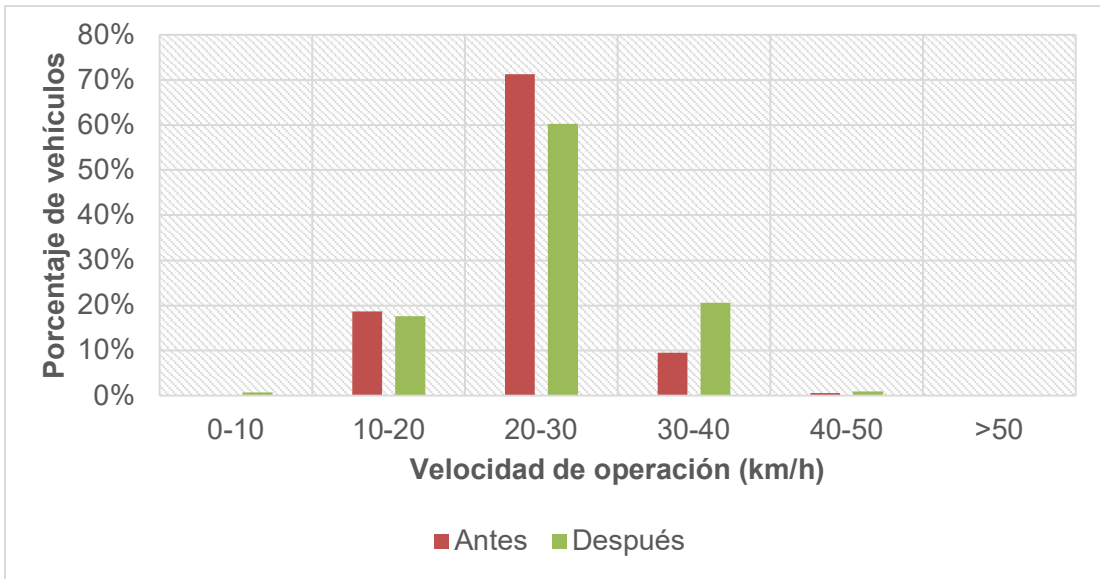


Figura 12. Comparación de los rangos de velocidad antes y después de la intervención, para el flujo oeste-este.

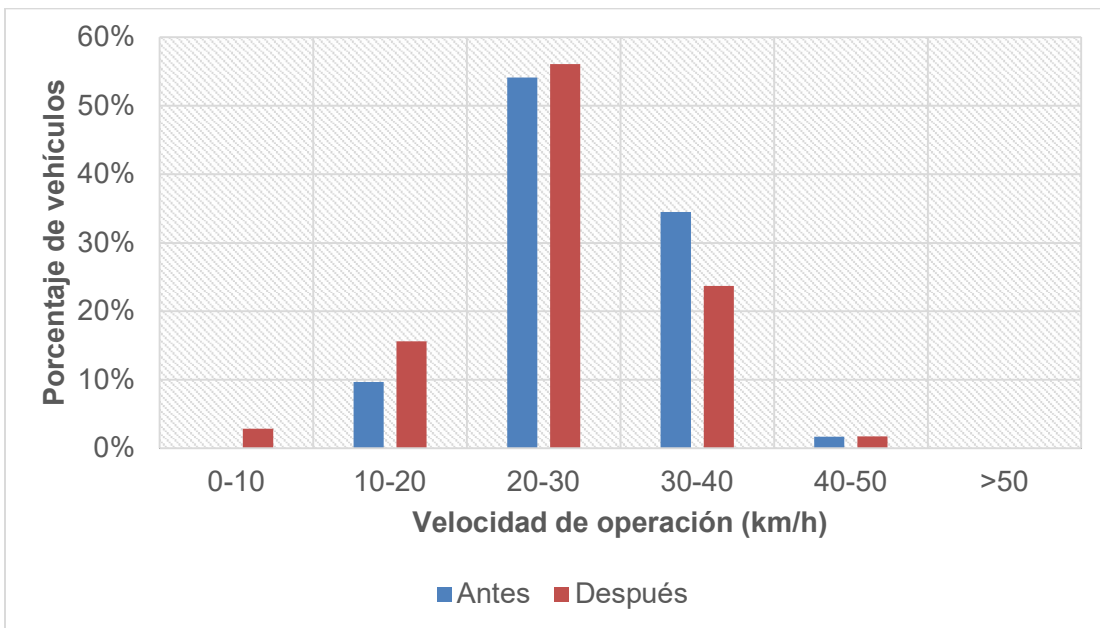


Figura 13. Comparación de los rangos de velocidad antes y después de la intervención, para el flujo este-oeste.

### 5.2.3 Barrio La Lía, Curridabat

Otro punto que se analiza como antecedentes es la recuperación de espacio público en el sector de la Lía de Curridabat, en donde se tomó un remanente de la calle para construir una micro plaza en donde se ubica la nueva parada de buses. Este proyecto mostrado en la figura 14 sirve como ejemplo de plan piloto donde se da una recuperación del espacio y los vecinos se apropian de él por medio de la colocación de una gruta en la zona verde.



Figura 14. Recuperación de espacio público para la construcción de una micro plaza. La Lía de Curridabat.

### 5.3 Definición de línea base para el manual de calles completas

Mediante la recopilación de información a partir de manuales, referencias bibliográficas, guías de diseño se establecieron líneas base para el manual de calles completas para el cantón de Curridabat.

#### 5.3.1 Vehículos de diseño

Identificar los vehículos de diseño toma mayor importancia a la hora de implementar calles completas, ya que definen quienes pueden transitar y quienes no en una vía. Basado en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras [13], se deben agrupar en clases similares y establecer un vehículo que sea representativo de la clase, tomando en cuenta la gran variedad de vehículos que pueden llegar a circular sobre la red de carreteras. Por lo tanto, en la tabla 5 se muestran los diferentes tipos de vehículos de diseño y sus dimensiones características.

**Tabla 5. Dimensiones de los vehículos de diseño. [13]**

Vehículo de diseño	Símbolo	Altura	Ancho	Longitud	Voladizo delantero	Voladizo trasero	WB1	WB2
Vehículo liviano	P	1.3	2.1	5.8	0.9	1,5	3.4	
Camión	SU	4.1	2.4	9.2	1.2	1.8	6.1	
Bus	BUS-14	3.7	2.6	12.2	1.8	2.6	7.3	
Bus articulado	A-Bus	3.4	2.6	18.3	3.1	6.7	5.9	
Cabezal con semirremolque	WB-15	4.1	2.6	16.8	0.6	4,5	10.8	
Cabezal con semirremolque	WB-19	4.1	2.6	20.9	0.9	0.6	4,5	10.8
Cabezal con semirremolque	WB-20	4.1	2.6	22.4	1.2	1.4-0.8	6.6	13.2-13.8

Donde: WB1 y WB2 es la distancia entre los ejes extremos. Dimensiones en metros

Las dimensiones de los radios mínimos mostrados en la tabla 6, se establecen para giros en intersecciones a una velocidad de 15 kph o menos.

**Tabla 6. Radios mínimos de giro de los vehículos de diseño. [13]**

Vehículo de diseño	Símbolo	Radio de giro mínimo (m)	Radio en la Línea Central RMG (M)	Radio interior mínimo (m)
Vehículo liviano	P	7.3	6.4	4.4
Camión	SU	12.8	11.6	8.6
Bus	BUS-14	13.7	12.4	7.8
Bus articulado	A-Bus	12.1	10.8	6,5
Cabezal con semirremolque	WB-15	13.7	12,5	5.2
Cabezal con semirremolque	WB-19	13.70	12,50	2.40
Cabezal con semirremolque	WB-20	13.70	12,50	1.30

### 5.3.2 Esquema de la clasificación de las vías en Curridabat

Cómo se indica en la propuesta del Plan Regulador para el Cantón de Curridabat [14], las rutas cantonales son aquellas cuya competencia de administración recae sobre la Municipalidad de Curridabat, las cuales según su derecho de vía se puede clasificar en especiales (A, B y C), primarias, secundarias, terciarias y corredores peatonales.

Calles especiales A: Tienen una previsión Vial de 24 m a 40 m, su sección será indicada en cada caso y deberá integrarse adecuadamente a la vialidad existente o propuesta para la zona.

Calles especiales B: Tienen una previsión vial de 20 m, su sección será indicada en cada caso y deberá integrarse adecuadamente a la vialidad existente o propuesta para la zona.

Calles especiales C: Tienen una previsión Vial de 18 m, su sección será indicada en cada caso y deberá integrarse adecuadamente a la vialidad existente o propuesta para la zona.

Calles locales primarias: Son calles que constituyen una red vial continua, sirven para canalizar las vías locales hacia sectores de la ciudad o bien, hacia carreteras de enlace entre el desarrollo propuesto y otros núcleos poblados o que se considere que pueden llegar a tener esa función. Tienen una previsión vial mínima de 14 m y límite de velocidad de 40 km/h.

Calles locales secundarias: Aquellas vías colectoras de las vías internas de la urbanización. Tienen una previsión vial mínima de 11 m y un límite de velocidad de 30 km/h.

Calles locales terciarias: Aquellas que sirven a cien o menos unidades de vivienda o lotes. La previsión vial es de 8,5 m y un límite de velocidad de 30 km/h.

Corredores peatonales: Son espacios destinados para el tránsito peatonal mediante vías peatonales, paseos peatonales y alamedas residenciales las cuales optimizarán el tiempo de recorrido entre puntos específicos de la ciudad, así como del fomento e intercambio social de la población.

En la figura 15 se muestra cuales vías son clasificadas según su funcionalidad y derecho de vía disponible.

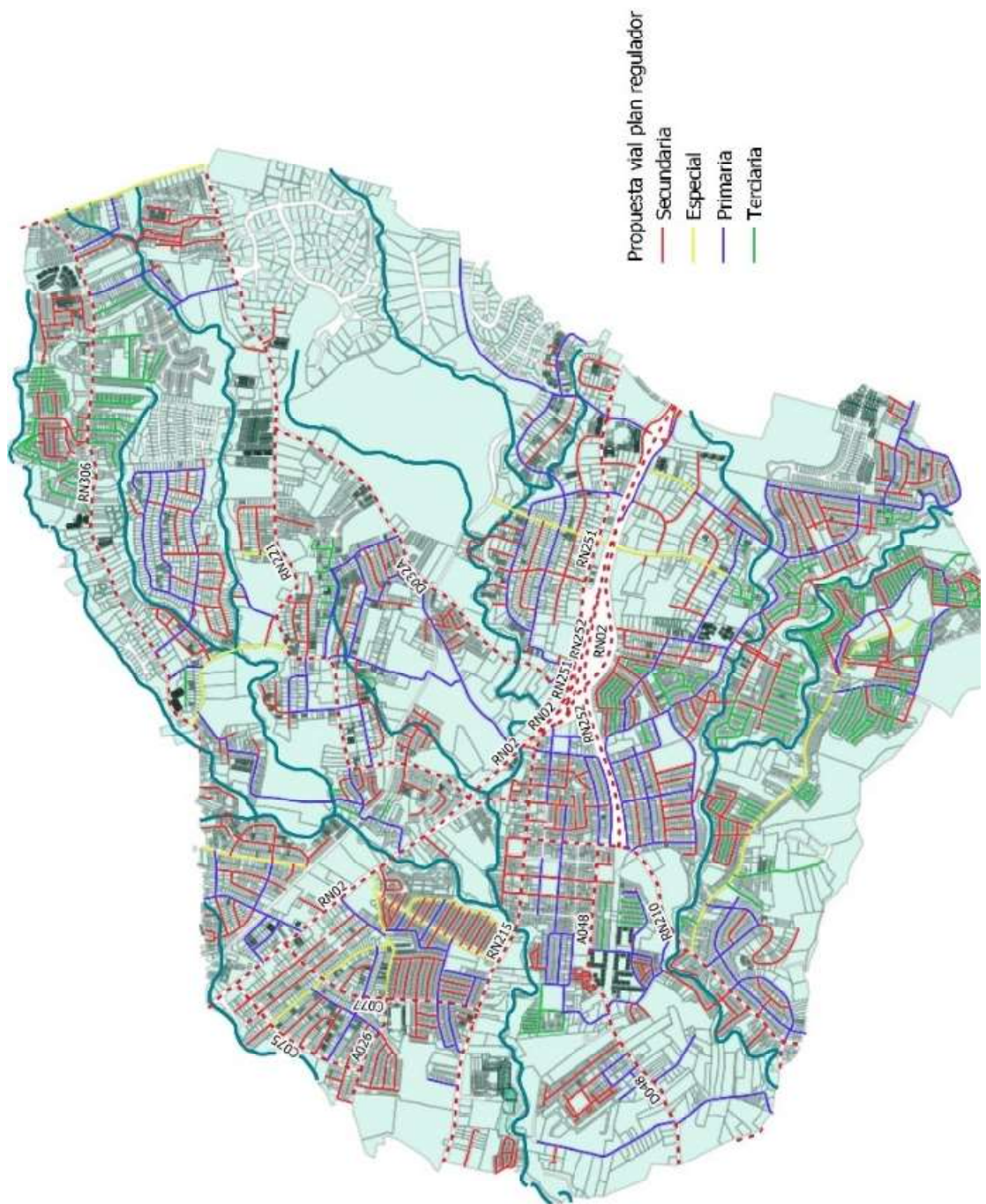


Figura 15. Clasificación de las vías en Curridabat.

### 5.3.3 Clasificación de transectos según plan regulador de Curridabat

Los transectos son la clasificación zonal que ha adoptado la Municipalidad de Curridabat para los diferentes sectores del cantón, basado en su potencial social, económico, arquitectónico y de densidad, estos son:

- Núcleo urbano: es la zona más densa y con edificios de mayor altura, permite una gran variedad de usos de suelo, permitiendo a los edificios ubicarse en el rostro frontal de la propiedad. Se busca concentraciones altas de peatones, comercio y transporte colectivo.
- Urbano central: zona con uso mixto entre comercio, vivienda adosadas y edificios de apartamentos, con retiros cortos o casi nulos. Busca que se ubiquen oficinas, edificios medianos para apartamentos y comercio general en la planta baja.
- Urbano general: son zonas principalmente habitacionales, pero permite usos mixtos, principalmente en la combinación dentro de una misma propiedad. Frontalmente plantea un retiro mínimo aprovechando mejor los jardines traseros. Plantea viviendas adosadas, casa de patio y hasta pequeños edificios.
- Central periférico: zona de uso mixto, contiene oficinas, comercio, viviendas adosadas y apartamentos. Edificios máximo 7 niveles, alta presencia peatonal.
- General periférico: uso mixto predominando actividad residencial que permite comercio, poco retiro frontal y permite casa adosadas y edificios multifamiliares. Altura máxima 7 niveles.
- Local barrial: uso predominante residencial con usos comerciales relacionados a la vivienda, retiro frontal y permite jardines inferiores. Altura máxima 5 niveles.

### 5.3.4 Técnicas para tráfico calmado

Para lograr la implementación de calles completas, es importante gestionar el riesgo y la vulnerabilidad de los diferentes actores en las vías, el principal conflicto es la diferencia de velocidad entre los diferentes modos, para ello se debe implementar estrategias de tráfico calmado que permita que todos los usuarios se desplacen a velocidades compatibles con la vida.

Las técnicas de tráfico calmado son intervenciones que alteran el trazado o la geometría de las vías con el fin de desacelerar el tránsito de manera activa o pasiva, provocando

conductores más atentos, menor velocidad de desplazamiento, menor número de colisiones, mejores condiciones para montar bicicleta y mayor facilidad al cruce de los peatones. [15]

A grandes rasgos, las técnicas para tráfico calmado se pueden clasificar en los siguiente cuatro grupos:

#### 5.3.4.1 Deflexiones horizontales

Según el departamento de Transporte de Pennsylvania [16] este tipo de intervenciones se puede clasificar en dos tipos, la primera cuando se genera sinuosidad en la vía obligando al conductor a variar la dirección de vehículo por lo que debe bajar la velocidad y el segundo tipo se realiza cuando se genera algún adelgazamiento de la vía obligando a la reducción de la velocidad.

##### 5.3.4.1.1 Orejas o ensanchamiento de la esquina

Se realiza por medio de una extensión de la esquina, entre 1,8 m y 2,0 m Protege a los vehículos parqueados sobre la vía, mejora la visibilidad de los peatones y minimiza la distancia de cruce entre esquina y esquina.

Se utiliza normalmente en las esquinas más se puede utilizar en el medio del cuadrante, con la señalización correspondiente y donde exista un tránsito peatonal importante, ya sea por la existencia de escuelas, colegios, clínicas, etc. La figura 16 muestra su implementación.

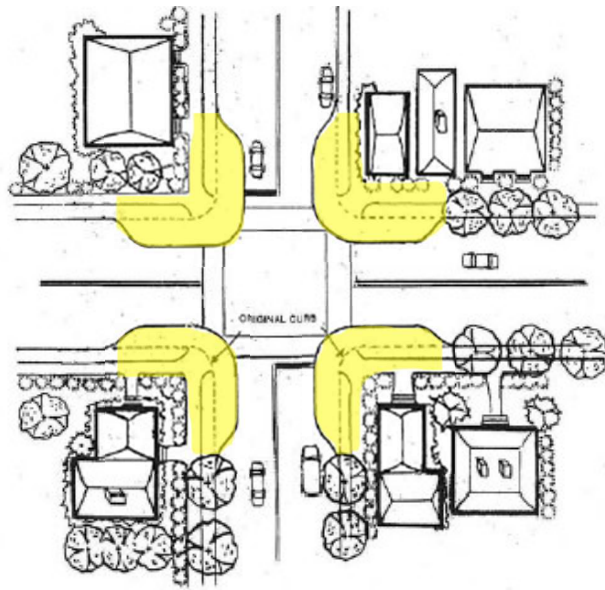


Figura 16. Diagrama de una oreja. [16]

#### 5.3.4.1.2 Chicanas

Su finalidad es generar sinuosidad en la vía, logrando disminuir la velocidad con la que transitan los vehículos, pero como consecuencias secundarias se da una disminución de hasta un 20% en la cantidad de vehículos que transitan sobre la vía. Se debe considerar algunas limitaciones de esta alternativa, ya que no aplica para rutas de tránsito de vehículos pesados y debe existir un balance entre las dos direcciones de la vía para que sea útil. La figura 17 muestra su implementación.

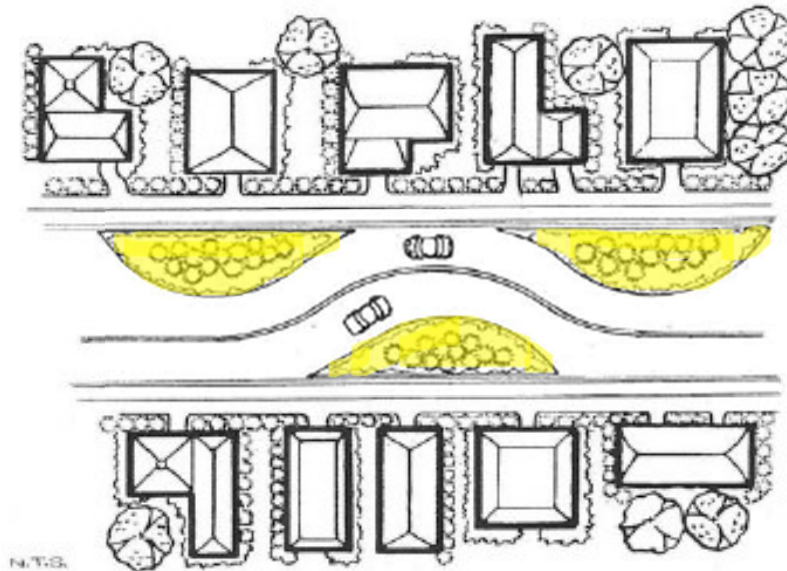


Figura 17. Intervención tipo chicana. [16]

#### 5.3.4.1.3 Mini rotondas:

Se aplica en intersección de cuatro brazos, donde circulan vehículos desde los cuatro lados. No se colocan semáforos en el acceso a la mini rotonda, todos los vehículos deben de circular en el carril derecho y en contra de las manecillas del reloj. La figura 18 muestra su implementación.

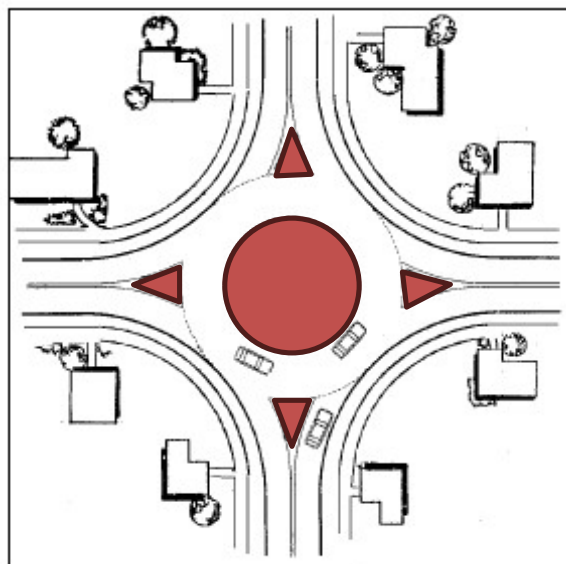


Figura 18. Detalle de la mini rotonda. [16]

#### 5.3.4.2 Deflexiones verticales

Son intervenciones que varían la altura del nivel de la superficie de ruedo, pero debe implementarse una transición sobre estas variaciones para evitar golpes o daños a los vehículos a una velocidad moderada.

##### 5.3.4.2.1 Paso peatonal a nivel o acera continua

“Son áreas de cruce prioritario para peatones, demarcadas y elevadas al mismo nivel de la acera” [17]. Funcionan como reductor de velocidad para los vehículos y brindan mayor seguridad al peatón, su uso reduce a vía con tránsito vehicular bajo y en Costa Rica está regulado por el reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas decreto N°17415-MOPT. La figura 19 muestra su implementación.

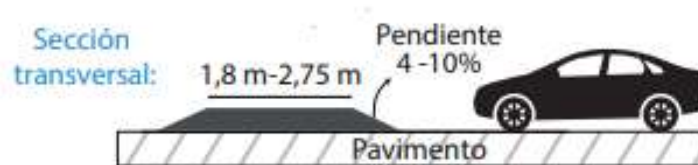


Figura 19. Diagrama del paso peatonal a nivel. [17]

##### 5.3.4.2.2 Intersección elevada

Se eleva toda la intersección al nivel de la acera, por lo que aplica para zonas con alto tránsito de peatones, al cambiar la altura del pavimento los vehículos automotores bajan la velocidad y generan mayor seguridad para todos. Se disminuye el riesgo a la interacción entre peatones y vehículos ya que se demarca la zona de paso peatonal y dándole la prioridad. Una consideración importante es que la intersección elevada debe ser construida con una textura distinta a la del pavimento existente. La figura 20 muestra su implementación.

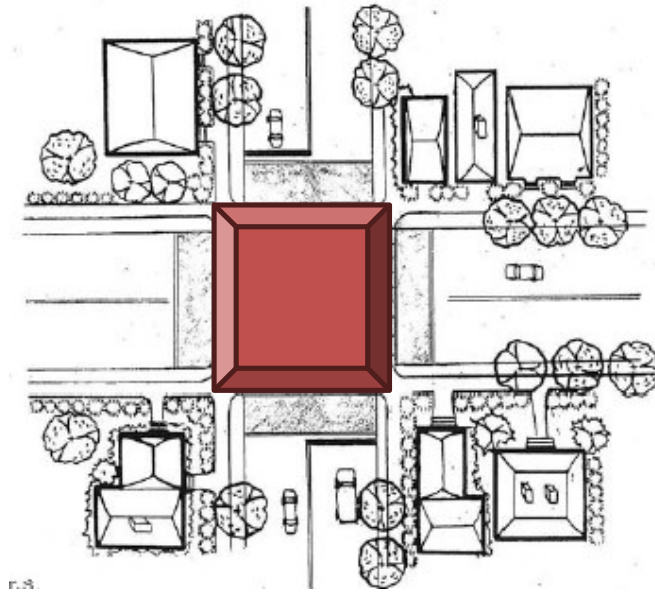


Figura 20. Intersección elevada. [16]

#### 5.3.4.3 Obstrucción física

Este tipo de intervenciones se hacen para cortar el libre flujo de los vehículos automotores, en muchos casos los vehículos no motorizados pueden continuar sin enfrentar este tipo de obstrucción. Su finalidad es desincentivar el uso de estos vehículos en zonas residenciales o en zonas con prioridad peatonal.

##### 5.3.4.3.1 Islas de protección peatonal

Busca restringir algunos giros, también ayuda a proteger al peatón al momento de cruzar la vía ya que se convierte en una zona de resguardo. Tomando en cuenta que un adulto mayor dura entre 50 y 65 % más cruzando una calle de 8 m en comparación con un adolescente. La figura 21 muestra su implementación.

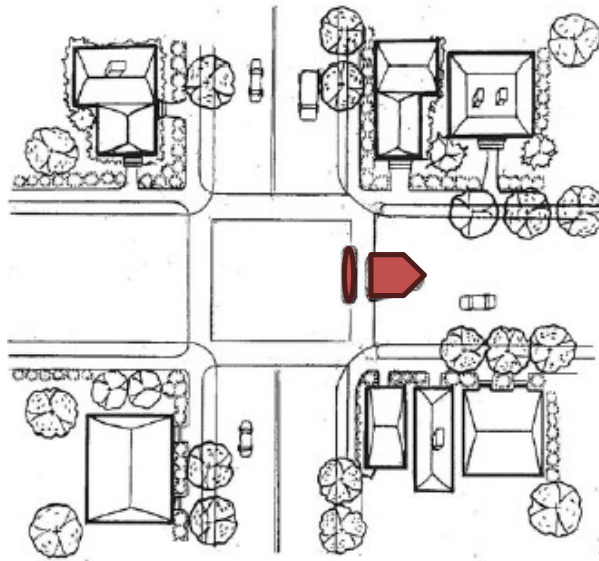


Figura 21. Detalle de la isla de protección peatonal. [16]

#### 5.3.4.3.2 Isla a la mitad del cuadrante

Aplica cuando se requiere realizar una conexión peatonal en la mitad del cuadrante, por lo que se colocan generando un adelgazamiento de la vía, disminuyendo la distancia de recorrido y aumentando la protección para los peatones. Aplica en zonas escolares, clínicas y lugares de reunión. La figura 22 muestra su implementación.

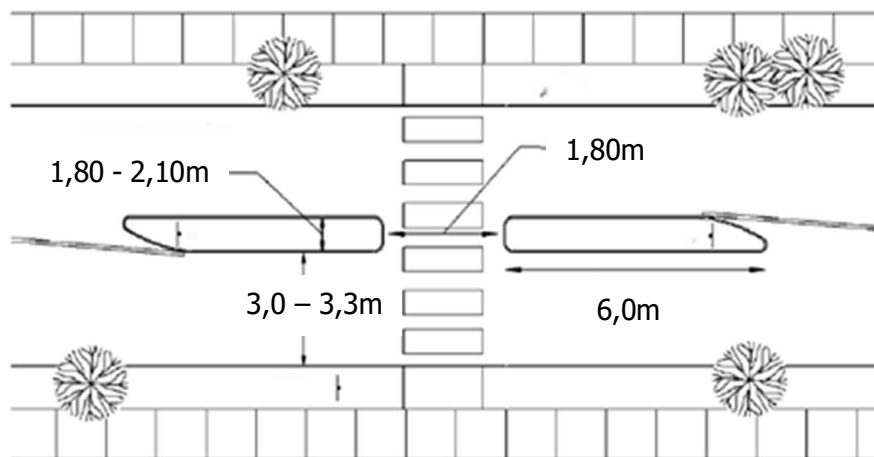


Figura 22. Diagrama de islas a mitad del cuadrante.[16]

#### 5.3.4.4 Señales y marcas en el pavimento

Existen diferentes tipos de intervenciones que ayudan a reducir la velocidad, por ejemplo, cambiar la textura de la superficie de ruedo, colocar bandas sónicas y hasta realizar cambios en el color de la superficie.

#### 5.3.5 Infraestructura peatonal

La infraestructura peatonal debe de ser una herramienta que facilite el desplazamiento de las personas en las ciudades, que sirva para acceder a todos los medios de transporte, a los lugares de interés y mejore la convivencia entre los ciudadanos y visitantes de la ciudad [18]. La infraestructura peatonal se debe basar en los siguiente siete principios:

- Seguridad: Al ser el usuario más vulnerable de las vías se debe implementar condiciones que garanticen su seguridad al desplazarse, tomando en cuenta siniestros viales, asaltos o ataques. Por lo tanto, se debe pensar muy bien en la señalización correcta, medidas de tráfico calmado, reducir distancia de recorrido, iluminación y zonas abiertas.
- Accesibilidad: En Costa Rica desde 1996 se publicó la ley 7600 Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad, en donde se establecen las condiciones mínimas que debe de cumplir la infraestructura para que sea accesible para todos.
- Conectividad: debe de ser eficiente para conectar dos puntos de desplazamiento, es decir que se pueda ir desde el origen hasta el destino de manera continua y segura.
- Continuidad: la continuidad es el complemento de la conectividad, es decir para poder llegar a un sitio es necesario que haya continuidad entre los sectores, esto se logra teniendo muchas intersecciones.
- Funcionalidad: debe brindar el espacio necesario para que las personas puedan desplazarse, brindando espacio para caminar, para descansar y sombra para protegerse del sol.
- Comodidad: la superficie de recorrido debe de ser pareja sin obstrucciones, sin gradas, pendientes no muy altas, vegetación, sombra, buenos drenajes y limpieza.

- **Legibilidad:** La infraestructura debe de ser entendible, clara que facilite su desplazamiento, principalmente para personas que no viven el día a día en la ciudad.

El Manual de Calles [10] establece que una persona promedio se requiere un ancho de 0,60 m y un grosor de 0,40 m, pero cuando se consideran otras realidades se puede observar que un adulto con carga se requiere aumentar estas dimensiones hasta a 0,90 m y si la persona se desplaza en silla de ruedas se debe considerar 0,80 m de ancho por 1,60 m de largo, la tabla 7 muestra el ancho mínimo.

Tabla 7. *Espacio mínimo requerido para el desplazamiento de peatones. [19]*

<b>Tipo de peatón</b>	<b>Ancho mínimo requerido (m)</b>
Una persona	0,70
Dos personas	1,40
Una persona con muletas	1,00
Una persona con bastón	0,90
Persona en silla de ruedas	0,85
Persona llevando coche	0,90
Dos personas en silla de ruedas	1,80
Adulto con niño de la mano	1,00
Persona con bolsas del súper	1,00
Persona con paraguas	1,10
Dos personas con paraguas	2,50
Familia	2,25

La norma INTE W85 [20] establece en su capítulo 5.1.2 cuales son los anchos mínimos para aceras nuevas, según la parte de la acera como se muestra en la tabla 8. También es importante analizar la velocidad con la que se mueven las personas según sus condiciones naturales, es importante verificar que la infraestructura a diseñar sea accesible para todos.

**Tabla 8. Ancho mínimo recomendado para aceras nuevas**

Uso de suelo (a)	Mínimo en metros (m)		
	Franja de fachada	Franja de circulación (b)	Franja verde y/o mobiliario (c)
Caminos vecinales (d)	N/A	N/A	N/A
Residencial	N/A	1,5	0,5
Comercial	0,5	2	0,5
Mixta	0,5	2,5	0,5
Público institucional	0,5	2	0,5
Industrial	N/A	1,5	0,5
Patrimonial	0,5	2	0,5
Agropecuaria y forestal	N/A	1,5	N/A
Turística	0,5	2	0,5
Recreativa	N/A	2	0,5

(a) Si la Municipalidad no cuenta con plan regulador se recomienda usar los anchos mínimos establecidos en "residencial"

(b) La franja de circulación incluye franja podotáctil de acuerdo con la norma INTE W17. Asimismo, se hace notas que la ley N°7600 establece un ancho mínimo de 1,20 m

(c) Para uso del suelo patrimonial, mixto y comercial, se recomienda para la franja verde y/o de mobiliario un ancho de 1,8 m. Para uso del suelo residencial, se recomienda para la franja verde y/o de mobiliario un ancho entre 1,20 m y 1,80 m

(d) Para caminos vecinales se recomienda una franja de circulación con un ancho libre mínimo de 1,20 m

### 5.3.6 Infraestructura ciclista

Basado en el Manual de Diseño para el Tráfico De Bicicletas [21] se puede realizar la valoración de priorización de la vía con el fin de identificar en cuales vías hay mayor necesidad para la construcción de infraestructura ciclista como se muestra en la tabla 9.

**Tabla 9.** Calificación de camino con visión de infraestructura ciclista [21]

Nombre de criterio	Intensidad de criterio	Calificación
Conectividad	La vía es conexión Inter cantonal	20
	La vía se puede clasificar como primaria	15
	La vía se puede clasificar como secundaria	10
	La vía se puede clasificar como terciaria	5
	Calle sin salida	1
Atractivo	Transecto núcleo urbano	20
	Urbano central o general	15
	Núcleo, general o central periférico	10
	Local barrial	5
	Zona industrial	1
Dirección	Sección es la distancia más corta posible	20
	Sección es corta, pero tiene desvíos	15
	Sección tiene desvíos y no es la más corta	10
	Sección tiene múltiples desvíos y es relativamente larga	5
	Sección es un trazo indirecto y largo	1
Confort	Pendiente longitudinal entre 0 - 3 %	10
	Pendiente longitudinal entre 3 - 6 %	6
	Pendiente longitudinal entre 6 - 9 %	4
	Pendiente longitudinal entre 9 - 12 %	2
	Pendiente longitudinal mayor a 12%	1
Superficie de rodaje	Superficie lisa en muy buen estado	10
	Superficie lisa presenta grietas no peligrosas	6
	Superficie irregular	4
	Superficie con pequeños huecos o roderas	2
	Existencia de deterioros graves, rejillas o desprendimientos	1

Nombre de criterio	Intensidad de Criterio	Calificación
Iluminación de la vía	Iluminación peatonal y vehicular en ambos lados de la calle	10
	Iluminación peatonal y vehicular sólo en un lado de la calle	6
	Solo existe iluminación vehicular en ambos lados de la calle	4
	Solo existe iluminación vehicular en un lado de la calle	2
	No existe iluminación	1
Velocidad máxima permitida	80 km/h	10
	60 km/h	6
	50 km/h	4
	40 km/h	2
	30 km/h	1

Para cada una de las vías a analizar se le asigna una calificación para cada criterio y se suma, entre más alto se obtenga la nota final mayor necesidad existe de implementar infraestructura ciclista. En la tabla 10 se muestran los rangos para la calificación de la vía, siendo la necesidad muy alta el camino a priorizar.

**Tabla 10.** Clasificación de priorización de camino con visión de infraestructura ciclista

Calificación de camino con visión de infraestructura ciclista	
Puntaje	Necesidad de infraestructura
0-20	Muy baja
21-40	Baja
41-60	Estudio
61-80	Alta
81-100	Muy Alta

Según la guía de diseño y evaluación de ciclovías, se indica que las facilidades ciclistas son el conjunto de elementos y dispositivos destinados para brindar de seguridad y eficiencia a los desplazamientos realizados en bicicleta. La Guía técnica de diseño para infraestructura ciclista [23] , clasifica el tipo de infraestructura ciclista en cuatro grupos:

- Compartida: son aquellas vías donde los ciclistas comparten la vía con vehículos automotores, es aplicable en vías con velocidad máxima de 30 km/h y un tránsito

promedio diario menor a 4000 vehículos. Para lograr establecer esta velocidad de funcionamiento se recomienda implementar medidas de tráfico calmado. Este tipo de infraestructura nunca se puede establecer en ascensos, por la diferencia entre las velocidades de los ciclistas contra la de los vehículos automotores.

- Demarcada: es el carril delimitado por medio de demarcación y señalización para uso exclusivo de ciclistas. Aplica su uso siempre y cuando el tránsito promedio diario sea menor a 4000 vehículos y la velocidad máxima sea de 40 km/h.
- Segregada: es donde se delimita el carril ciclista con el uso de demarcación y/o separación física, permite la interacción con el flujo vehicular en intersecciones y demás intercambios. Las vías segregadas se clasifican en dos tipos como se indica a continuación:
  - Tipo 1: Se permite su uso en vías con velocidades entre 40 km/h y 60 km/h, se coloca un separador tipo bordillo y demarcar la zona de amortiguamiento, el cual puede ser sustituido con una zona verde.
  - Tipo 2: Cuando la vía tiene una velocidad permitida mayor a los 60 km/h se debe colocar un separador físico tipo barrera de protección rígida que sea capaz de soportar el impacto de un vehículo y redireccionarlo hacia la dirección de conducción. El cual debe de ser diseñado según el manual de Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras del 2011.
- De trazo independiente: son segmentos separados completamente del flujo vehicular, normalmente utilizados en parques, zonas turísticas o residenciales; puede compartirse entre bicicletas y peatones.

El Manual de diseño de calles de México [10] establece criterios de que buscan mejorar la seguridad de las personas en su desplazamiento, asegurando que se cumpla con el espacio suficiente, seguro y con un nivel de servicio aceptable para las condiciones de funcionalidad. Considerando las dimensiones mínimas que se muestran en la figura 23, así como el tiempo necesario para cruzar según el ancho de la vía y la velocidad vehicular como se muestra en la tabla 11.

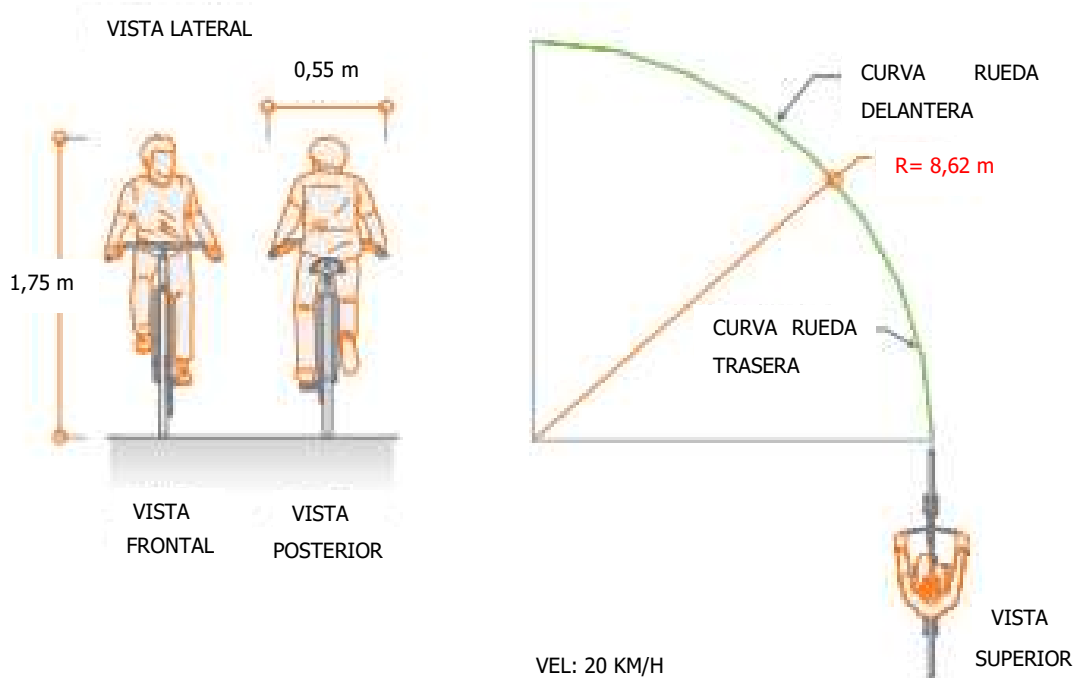


Figura 23. Dimensiones para ciclistas urbanos / sistema público de bicicletas. [24]

Tabla 11. Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades. [21]

Visibilidad que se requiere (m) según la velocidad del tráfico motorizado					
Distancia cruzar (m)	Tiempo para cruzar (s)	30 km/h	50 km/h	70 km/h	80 km/h
4,0	4,2	45	100	180	205
5,0	4,5	45	105	185	210
6,0	4,9	50	110	190	220
7,0	5,1	50	115	200	225
8,0	5,5	55	120	205	235

### 5.3.7 Estrategia para la implementación de un proyecto de calles completas

La metodología del manual de calles completas se desarrolla a partir de cinco etapas, la primera etapa es la parte investigativa de introducción y antecedentes, la segunda etapa de

planificación, la tercera etapa de diseño, la cuarta etapa de implementación o modelación y por último la etapa de análisis.

#### 5.3.7.1 Introducción

Se realiza una investigación histórica de la zona en estudio, el comportamiento y las condiciones específicas del sitio. Es importante analizar el uso de suelo, la población y sus actividades diarias.

#### 5.3.7.2 Identificación

La parte de identificación es esencial para basar el proyecto sobre el comportamiento real de los usuarios de la vía, por ejemplo:

- Identificación para definir las bases en la cuales trabajar.
- Revisar el plan de políticas de espacio público y mapas existentes.
- Consultar sobre manuales de vegetación nativa y apropiada para la ciudad.
- Planes reguladores, revisar el tipo de transecto o clasificación de la zona analizada.
- Cuáles son los generadores y atractores viajes en el sector.
- Propuestas a futuro, o cuestionar cuál ha sido el comportamiento a lo largo de los años.
- Consultar bases de datos sobre siniestros viales, en el sector y zonas aledañas. Esta información la maneja el centro de información del COSEVI. A partir de esa información se generó el mapa de la figura 24.

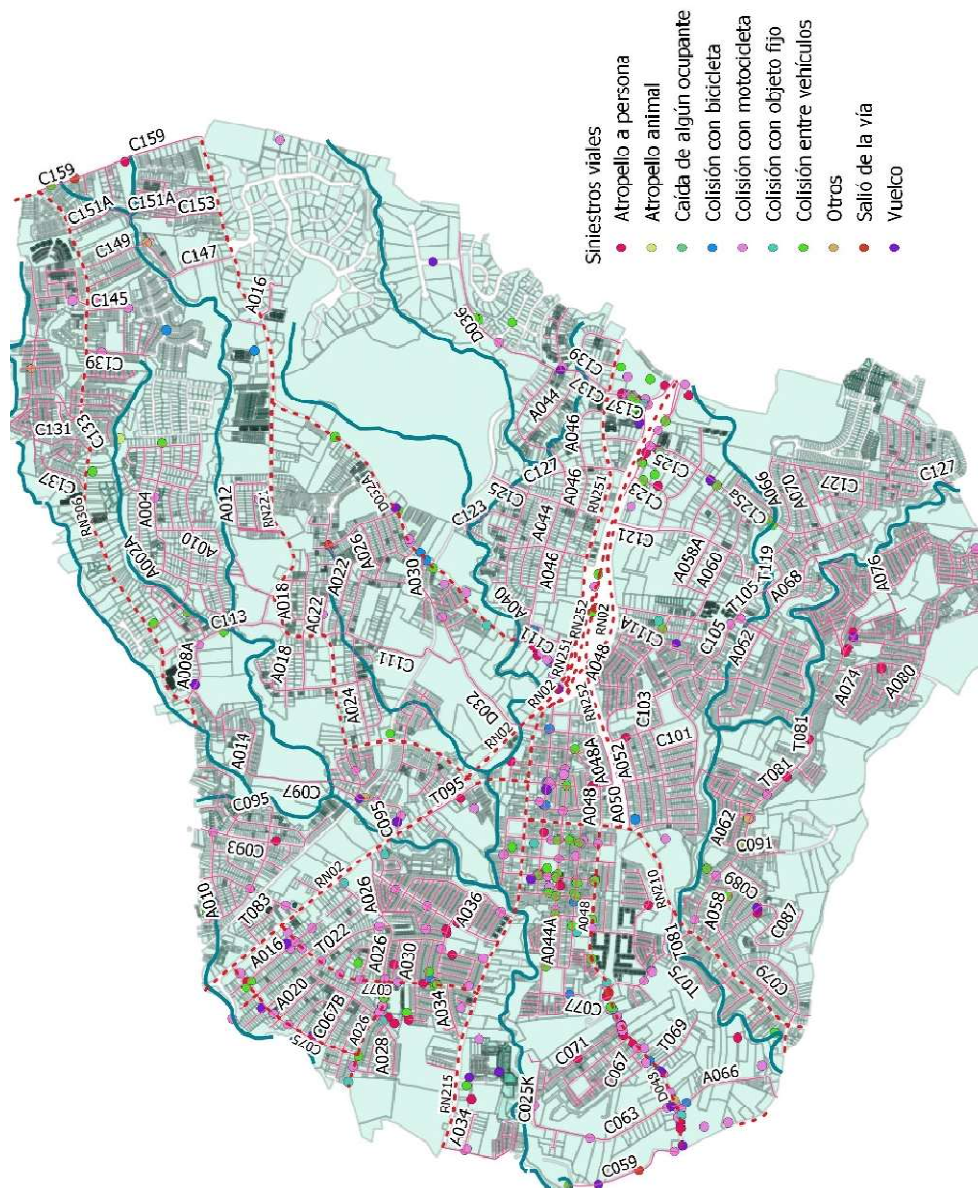


Figura 24. Representación de siniestros viales por tipo en calles cantonales de Curridabat. Elaboración propia a partir de la información suministrada por el COSEVI.

5.3.7.3 Identificación de cómo se desplaza la gente: lo que busca es generar patrones de desplazamientos, para caracterizar el uso del espacio público.

- Alinear políticas que incluyan peatones, así como la realización de conteos
- Consultar sobre políticas relacionadas a ciclistas, experiencias de ciclistas urbanos.
- Colectar y revisar la información obtenida, por encuestas, mediciones, etc.
- Revisar la demanda multimodal, así como conectividad entre los modos

- Evidenciar sitios con la distribución desigual para los diferentes modos.

En esta etapa se realizan los inventarios necesarios para lograr identificar lo existente en el sitio del proyecto, dimensiones de la calzada, de las aceras, rampas y ubicación precisa de los servicios. Como indica el Manual de Calles [10] desarrollado por el ITPD para la SEDATU de México, se debe buscar indicadores de movilidad con el fin de caracterizar a nivel de calle la situación actual. Para esto recomiendan seleccionar entre los trabajos de campo indicados en la tabla 12.

**Tabla 12.** *Trabajos de campo para determinar indicadores de movilidad. [10]*

<b>Trabajo en campo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>
1. Aforos automáticos	Identificar los intervalos en donde la vía tiene un flujo mayor, esto facilita la medición manual posterior	Se debe realizar con un contador automático (neumático) por al menos 7 días
2. Aforos manuales direccionales	Analizar puntos de conflicto y se podría calibrar modelos de transporte	Se cuentan los movimientos de los vehículos y de todos los usuarios de la intersección
3. Encuestas origen destino	Ayuda a identificar el perfil de los usuarios y sus necesidades	Por medio de encuestas en sitio, preferiblemente en intervalos de tiempo con flujos altos
4. Conteo longitud de colas	Disponer de una variable de validación del modelo de micro simulación	Medición visual de las colas, se puede realizar con Drones para facilitar la observación
5. Aforo de peatones	Medición del flujo peatonal, preferiblemente clasificar los usuarios	Conteo manual, distinguiendo edad y género
6. Aforo de ciclistas	Disponer de datos que permitan identificar el comportamiento de los ciclistas e identificar sus necesidades	Conteo manual, distinguiendo edad, género y tipo de bicicleta

Trabajo en campo	Objetivo	Metodología
7. Inventario de estacionamiento	Conocer cuanto espacio se les cede a vehículos para su estacionamiento en la ciudad	Conteo de superficie y cantidad de espacios
8. Tiempo de recorrido en vehículo privado, peatones y bicicletas	Identificar periodos de los semáforos y velar por aumentar su eficiencia	Conteo de vehículos que logran cruzar en verde un semáforo

#### 5.3.7.4 Planificación

Este proceso se subdivide en tres etapas, el planteamiento de alternativas, el análisis multicriterio y el anteproyecto. En la etapa de planteamiento de alternativas es necesario plasmar objetivos del proyecto, así como definir lineamientos y conjunto de metas. El análisis multicriterio busca realizar una evaluación objetiva de cada una de las alternativas del proyecto, se definen factores y el número de variables a desarrollar y por último el anteproyecto, que es el desarrollo más conceptual y con detalle técnico superior ya que favorece la toma de decisiones a nivel económico y de factibilidad. El desarrollo de actividades comunes son clasificar funcionalidad de las vías, distribución según las características y condiciones existentes de las vías. Es importante realizar una valoración de las zonas no motorizadas, es decir las peatonales y ciclistas. Planificación y distribución del uso de suelo en el cantón. Para ello se establece el procedimiento para el levantamiento de información requerida para la toma de decisiones.

##### 5.3.7.4.1 Identificación de los usuarios de la vía

- Observación del comportamiento de las personas
- Clasificación de los usuarios, puede basarse en género, edad, tipo de usuario, etc.
- Analizar diferentes horas del día y diferentes días de la semana.
- Establecer líneas de deseo y sus rutas.
- Considerar el paso de vehículos y personas de primera respuesta.
- Considerar donde se ubican potenciales voluntarios con los que se podría trabajar el mantenimiento.

#### 5.3.7.4.2 Prioridades y objetivos

- En necesario que los proyectos tengan la misma visión que la ciudad, basado en políticas públicas, plan regulador y experiencias previas.
- Revisar normativa nacional, regional e institucional para no cometer faltas legales.
- Siempre velar por los usuarios más vulnerables de la vía, peatones, ciclista y motociclistas. Si estos son beneficiados con seguridad vial, todos van a ser beneficiados.
- Analizar la posibilidad de incorporar espacios verdes, que ayuden a embellecer el entorno, a funcionar como espacios de filtración y reactivar la biodiversidad.
- Idear un plan para su financiamiento antes, durante y después de la ejecución.

#### 5.3.7.4.3 Variables para toma de decisiones

- Identificar las variables cuantificables y de cualidades que podría intervenir en el proyecto.
- Realizar la medición de las variables planteadas, para esto se requiere trabajo de campo.

#### 5.3.7.5 Etapa de diseño

Según [10] en el diseño de infraestructura con enfoque de seguridad vial debe tener fuerte aporte de diseño geométrico donde se tome en cuenta el cálculo de flujos y dirección de los vehículos, maniobrabilidad, velocidad de diseño, visibilidad, frenado, alineamiento horizontal, radios, ancho de vía, pendientes y estructuras de disipación de energía, barreras de seguridad e iluminación para todos los modos de transporte. Por lo tanto, como resultado se debe obtener un conjunto de planos constructivos, especificaciones, normas y procedimientos indispensables para su construcción. Los detalles deben quedar claros para cualquiera. Es importante, desarrollar durante esta etapa del proceso, estudios preliminares, proyecto ejecutivo, presupuesto y programación de obra, estudios complementarios y su implementación.

Proyecto ejecutivo: El manual de calles completas [9] lo establece como “*el conjunto de planes y especificaciones técnicas que indican las características de la obra*” es decir se llega a un detalle más específico, en donde para lograr el proyecto ejecutivo se necesitan los siguientes insumos de la etapa de diseño:

- Levantamiento topográfico: se requiere de este insumo, ya que la precisión que se logra con equipos técnicos especializados son los requeridos, tomando en cuenta que los diseños se realizan sobre este levantamiento.
- Estudios especializados: el tipo de proyecto delimita cuales son los estudios requeridos, por ejemplo: estudio de suelos, hidráulicos, iluminación, etc.
- Especificaciones técnicas: se requiere la descripción detallada de los materiales, herramientas y equipos necesarios para la correcta ejecución de las tareas del proyecto.
- Presupuesto base: se le da un valor monetario a cada una de las tareas del proyecto, esto delimita los alcances del proyecto, pero también genera una base control sobre el desempeño del proyecto.
- Programación de la obra: a partir de los rendimientos, se puede estimar el plazo aproximado para cada una de las tareas, así como definir rutas críticas.
- Control de calidad: se debe definir cuáles van a ser los controles para llevar a cada una de las tareas con el fin de verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

#### 5.3.7.5.1 Tipo de intervenciones

Para lograr calmar el tráfico se puede implementar diferentes tipos de intervenciones que facilitan por medio de infraestructura generar espacios más seguros y eficientes a la hora de desplazarse por la ciudad. En Costa Rica existe una ley de tránsito que es restrictiva pero el cual en muchas ocasiones es difícil controlar con el equipo policial existente, solo hay 660 funcionarios de tránsito para cubrir todo el país [25]. Es por ello por lo que la infraestructura se vuelve un gran aliado de la seguridad vial. Permitiendo reducir la cantidad de siniestros viales, muertes y heridos en carretera.

La escogencia del tipo de intervención se debe basar en tres elementos esenciales:

- Potencial del flujo y la velocidad reducida en el sitio
- El tipo de vía
- Revisión de las condiciones actuales

Al conocer qué tipo de intervención es la que mejor se adapta con las condiciones de la vía, se debe analizar cuál es el principal problema que afecta la vía y al cual se debe lograr resolver para mejorar las condiciones de seguridad.

En la Tabla 13, se muestra cual es el efecto de cada una de las intervenciones para los principales factores que afectan la seguridad en carretera. Esto ayuda a afinar la decisión sobre cual intervención escoger para el sitio analizado.

**Tabla 13.** Eficiencia de cada intervención para diferentes tipos de conflictos viales. [16]

Tipo de intervención	Efecto deseado			
	Disminución del flujo	Reducción de velocidad	Eliminación de conflictos	Ruta para vehículos de emergencia
<b>Deflexión horizontal</b>				
Oreja	1	2	2	1
Chicana	2	2	1	2
Parqueo sobre la vía	1	2	1	2
Isla de protección peatonal	1	2	2	1
Mini rotonda	2	2	3	3
<b>Deflexión vertical</b>				
Reductor de velocidad	2	3	2	3
Paso peatonal a nivel	2	3	2	3
Intersección elevada	1	2	2	3
<b>Obstrucción física</b>				
Medio divisor	3	2	2	2
Divisor diagonal	3	2	2	2
Mediana en intersección	3	1	2	3
<b>Señales y marcas en el pavimento</b>				
Demarcación de límite de velocidad	1	2	1	1
Prohibiciones de giro	2	1	2	1
Calles en una vía	3	1	2	2
Cambio de texturas	1	2	1	1
Cambio del color de la superficie	1	2	1	1
Marcas transversales	1	2	1	1
Efecto mínimo	1			
Efecto moderado	2			
Efecto significativo	3			

#### 5.3.7.6 Implementación o modelación

La implementación de las técnicas de tráfico calmado y conversión de las vías a calles completas debe realizarse de manera progresiva y ordenada. La guía de Calles Completas de la ciudad de Boston [26] establece una serie de pasos que debe cumplir un proyecto de calle completa para su implementación. Primero es definir quien liderará las tres partes del proyecto, una la parte técnica, una parte política y la otra la parte de involucramiento comunal.

Una vez que se definen estos actores, se debe desarrollarse el inicio del proyecto, búsqueda de recursos para financiar la intervención, diseño conceptual, tres cuartas partes del diseño final, construcción y su mantenimiento.

Todas estas etapas son esenciales para que el proyecto sea bien recibido por la comunidad o pueda ser rechazado.

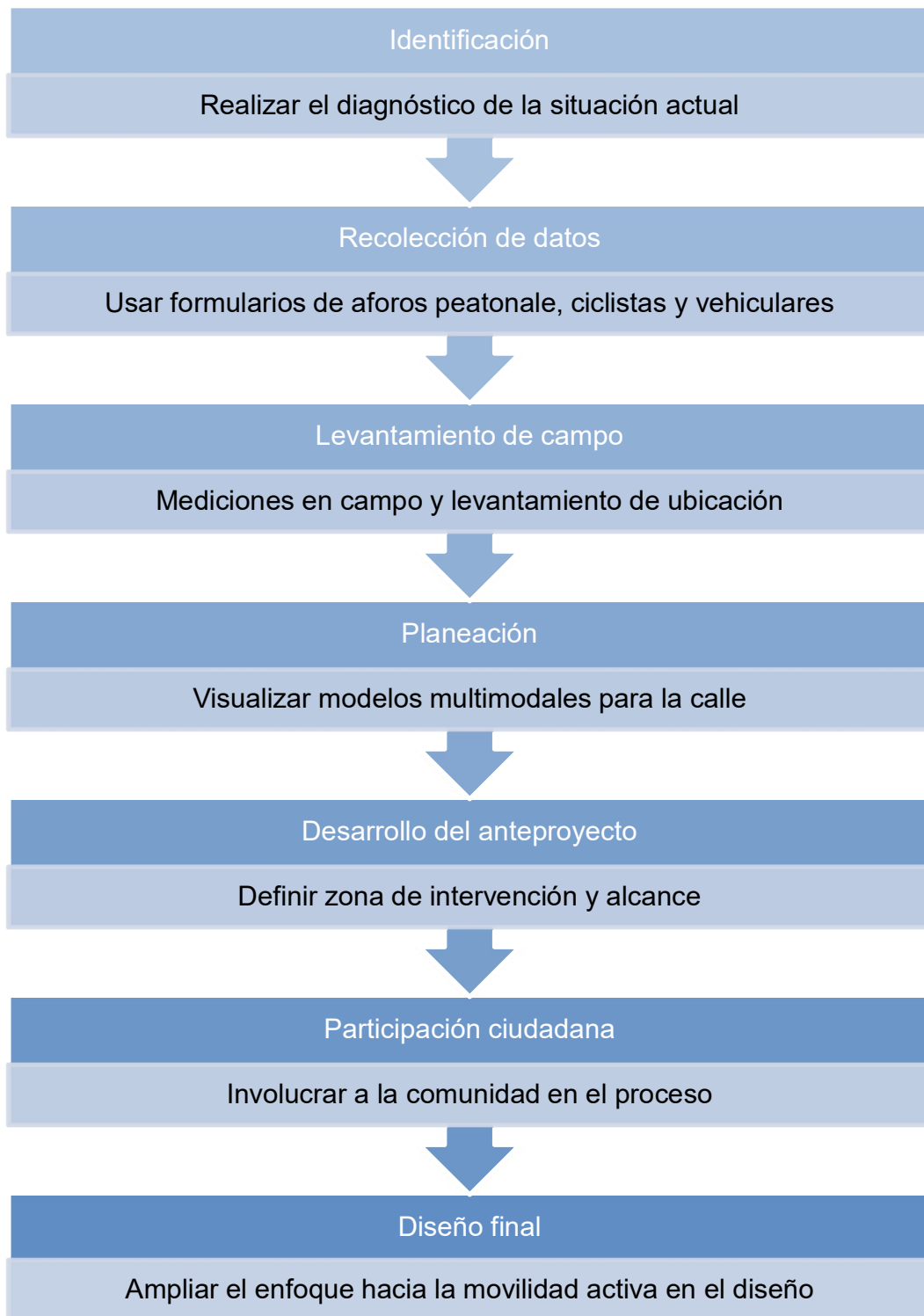
#### 5.3.7.7 Análisis, monitoreo y evaluación para su mantenimiento.

Para esta etapa es importante establecer una serie de tareas para tener monitoreado el proyecto para extender su vida útil.

- Monitoreo: Se debe tener mediciones sobre el uso, seguridad, cantidad de colisiones, reactivación económica y seguridad que brinda la intervención a la comunidad aledaña, puede realizarse con encuestas, medición de velocidad, registro histórico de colisiones, etc.
- Análisis: Con la información recolectada se puede analizar mejoras y posibles intervenciones adicionales que puedan mejorar la calidad del proyecto.
- Mantenimiento: Se debe desarrollar un plan de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo que incluya tareas como limpieza, pintura, cambio de luces, reparación de grietas, podas y otros para extender la vida útil de la intervención. [26]

## **6 Procedimiento para el diseño de una calle completa**

Es una serie de procesos en donde se realiza el análisis técnico para convertir una calle común en una calle completa, ver figura 25. Esto siguiendo una serie de actividades según el planteamiento de la metodología.



**Figura 25. Procedimiento para el diseño de una calle completa**



#### 6.1.1.1.1 Nivel de servicio peatonal

La norma INTE W85 [20] en la sección 5.1.1 establece la metodología para calcular el nivel de servicio peatonal basado en el espacio existente y en la cantidad de peatones por medio de la tabla 14.

**Tabla 14.** *Nivel de servicio peatonal*

Nivel de servicio	Flujo peatonal (pt/min*m)
A	< 2
B	2 - 10
C	11 - 20
D	21 - 37
E	38 - 60
F	> 60

Donde el flujo peatonal se calcula con la ecuación N°1:

$$\text{Ecuación N°1: Flujo peatonal } \left( \frac{pt}{min} * m \right) = \frac{pt}{15 \text{ min} * \text{ancho libre de acera (m)}}$$

#### 6.1.1.1.2 Trayectorias peatonales

Para entender cuál es el comportamiento de las personas en campo se requiere levantar las trayectorias que realizan los peatones en las vías a analizar o en las intersecciones antes y después de la vía como se muestra en la figura 27. Para este análisis se debe identificar exactamente en punto de cruce y los puntos de conflicto vial entre los peatones y los vehículos.

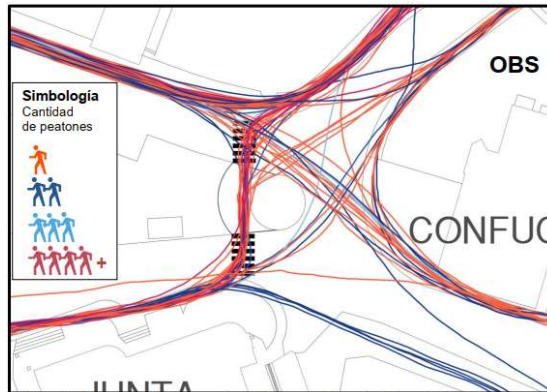


Figura 27. Ejemplo de mapeo de las trayectorias peatonales.[27]

La información más relevante que se debe identificar en el mapeo de las trayectorias peatonales es la cantidad de personas que realizan cada movimiento, si estas personas se desplazan distraídas (hablando, usando el celular, escuchando música) medir la velocidad de desplazamiento (se puede tomar el tiempo y se divide entre la distancia recorrida).

#### 6.1.1.2 Aforo de ciclistas:

El aforo de ciclistas se recomienda hacerlo sobre alguna recta, no en intersecciones. Se debe incluir variables como el tipo de bicicleta, si utiliza equipo de seguridad, donde circula, edad, sexo y en intervalos de 15 min. Se debe calcular la calificación del camino con visión de infraestructura ciclista y definir el tipo de infraestructura requerida basado en la velocidad de operación de los vehículos automotores. En la figura 28 se muestra el formato de formulario para este aforo.





## 6.2 Planeación

Pronóstico: Se refiere a poder estimar cual va a ser el uso de la vía en diseño, cuando se le incluyan los demás modos de transporte a los cuales en este momento no existen. Por lo que se debe desarrollar un modelo multimodal en donde se busca realizar una micro modelación que muestre el flujo de los usuarios como consecuencia de la intervención.

Anteproyecto: Basado en los diferentes escenarios creados, se puede tomar la decisión hacia donde se puede encaminar el proyecto, por lo tanto, para esta etapa es necesario definir:

- Zona de intervención: es una delimitación física, geográfica en donde se muestre la longitud, ancho, inicio y el final del proyecto. Identificación del transecto donde se ubica el proyecto, el tipo de vía y el uso que se le da al sitio.
- Tipo y alcance del proyecto: como consecuencia de la etapa de diagnóstico se busca satisfacer las necesidades planteadas por la posible demanda, para ello se requiere la participación ciudadana en actividades previas.
- Objetivos del proyecto: se deben plantear objetivos que sean cuantificables para corroborar el éxito del proyecto, así como objetivos específicos. Basado en cambiar lo que se realizó en la etapa de diagnóstico Por ejemplo: aumentar en 10% los viajes realizados en bicicleta, disminuir en 25% los viajes en vehículo propio, etc.
- Cronograma y equipo de trabajo: Se deben establecer plazos para todas las etapas del proyecto, así como asignar responsables que velen por el cumplimiento de cada una de las tareas. Por lo tanto, se requiere contar con un equipo de trabajo que sea el responsable de la realización de las tareas y cumplimiento de objetivos.
- Participación ciudadana: todo proyecto en el espacio público debe de verse fortalecido por la experiencia y solicitud de mejora de los ciudadanos, por lo tanto, se debe convocar a la participación de las personas que se verán beneficiados por el proyecto en primera instancia, aquellos con responsabilidades jurídicas, políticas, líderes sociales, etc. Por último, actores de la sociedad civil, gobiernos locales, la academia y empresa privada.

### **6.3 Diseño**

#### **6.3.1 Criterios de diseño:**

Históricamente en Costa Rica el análisis de la capacidad de la vía se ha centrado específicamente de la capacidad que puedan tener las vías respecto al flujo vehicular automotor, es importante ampliar el panorama hacia una movilidad más activa, atractiva y eficiente. La distribución del espacio para todos los modos de transporte es una necesidad y hacia allá se debe apuntar.

En las tablas 15, 16, 17 y 18 se muestran diferentes tipos de intervenciones que se podrían plantear en vías urbanas, en las cuales se puede desarrollar un modelo de calle completa integrando los diferentes modos de transporte de una manera segura y eficiente, buscando cumplir con lo establecido en la etapa de pronóstico:

**Tabla 15.** Resumen para cada tipo de intervención de la clase deflexión horizontal, según su clasificación. [15]

Clasificación	Intervención	Dimensiones	Material	Características	Beneficio	Costo (¢)/m <sup>2</sup>
<b>Deflexión horizontal</b>	Chicanas	Variación entre 15° y 30°	Concreto, separaciones físicas	Señalización vertical obligatoria, iluminación prevención al cambio de dirección	Al variar la dirección tiende a haber una y reducción de velocidad y se habilita espacio para estacionamiento	400,000-650,000
	Estrechamiento	Reducción del carril a 3,00 m	Concreto y separaciones físicas	Se puede realizar mediante ampliación de aceras, colocación de espacios de estacionamiento	Acorta distancia de recorrido para peatones, reducción de velocidad al sentir estrechamiento	1,000,000-2,500,000
	Oreja	Ancho de 3,0 m x 2,0 m	Concreto y vegetación	Es una extensión de la acera en las esquinas	Se realiza en las intersecciones, disminuye distancia de recorrido al peatón, mejora la calidad de las rampas	400,000-650,000

**Tabla 16.** Resumen para cada tipo de intervención de la clase deflexión vertical, según su clasificación. [15]

Clasificación	Intervención	Dimensiones	Material	Características	Beneficio	Costo (¢)/m <sup>2</sup>
<b>Deflexión vertical</b>	Intersección elevada	Las rampas deben tener una pendiente de 6-8% máximo	Varia el material de la superficie de rodamiento, normalmente adoquín o concreto	Se eleva la superficie de ruedo a la altura de las aceras, facilitando la accesibilidad universal	Prioridad peatonal, mayor seguridad a los peatones y reducción de velocidad	5,500,000-7,500,000
	Reductor de velocidad	Ancho de 1,20 m x 0,06 m de alto	Normalmente asfalto	La superficie debe ser circular, evitando el golpe a los vehículos	Reducen la velocidad vehicular Son de bajo costo y bajo mantenimiento	80,000-100,000
	Reductor tipo cojín	Forma cuadrada de 1,5 m x 1,5 m	Asfalto o prefabricado en polímeros	Se colocan en el centro del carril, permiten el libre flujo de vehículos pesados y de servicio	Desaceleran a los automóviles, libre flujo vehículos de emergencia, menor costo que un reductor común	40,000-60,000
	Paso peatonal a nivel	Lomo de 1,80 m y 0,12 m-0,15 m de alto, rampas con pendiente 6-8%	Concreto o asfalto	Debe acompañarse con señalización vertical y demarcación horizontal	Brinda prioridad peatonal a cruces a medio cuadrante, obliga a los vehículos a reducir la velocidad	2,000,000-3,500,000

**Tabla 17.** Resumen para cada tipo de intervención de la clase obstrucción física, según su clasificación. [15]

Clasificación	Intervención	Dimensiones	Material	Características	Beneficio	Costo (¢)/m <sup>2</sup>
<b>Obstrucción física</b>	Mini rotonda	Radio mínimo 8,50 m	Concreto, bordillo y vegetación	Requiere espacio suficiente para circular	Reducen la velocidad, efecto global a lo largo del corredor vial, mejor eficiencia del flujo mejora el entorno	3,000,000-4,500,000
	Mediana	Ancho mínimo 2,50 m	Concreto y separaciones físicas	Separación física entre carriles, se puede utilizar para mejorar el paisaje	Prohíbe giros izquierdos ilegales, colisiones frontales y mejora la seguridad peatonal al cruzar	350,000/m
	Isla de refugio	Ancho mínimo 1,80 m	Concreto y separaciones físicas	Se instalan en intersecciones o medio cuadrante	Refugio peatonal en intersecciones, reduce a distancia de recorrido, evita girar a altas velocidades	150,000-300,000

**Tabla 18.** Resumen para cada tipo de intervención de la clase señales en el pavimento, según su clasificación. [15]

Clasificación	Intervención	Dimensiones	Material	Características	Beneficio	Costo (¢)/m
<b>Señales y marcas en el pavimento</b>	Demarcación límite de velocidad	Manual SIECA	Pintura tránsito / Pintura termoplástica	Señalización vertical y demarcación horizontal	Facilita al conductor entender la velocidad máxima a la que puede circular	35,000- 110,000
	Prohibiciones de giro	Manual SIECA	Pintura tránsito / Pintura termoplástica	Señalización vertical y demarcación horizontal	Elimina giros peligrosos	75,000- 115,000
	Calles en una vía	Ancho mínimo 3,20 m	Pintura tránsito / Pintura termoplástica	Siempre y cuando se un solo carril. Señalización vertical y demarcación horizontal	Facilita la interacción entre conductores y peatones, facilita la dinámica de desplazamiento	75,000- 115,000
	Cambio del color de superficie	Depende del uso de la calle	Pintura de tránsito	Delimitación de espacios según su uso (ciclovías, peatones, estacionamientos)	Delimita espacios de circulación, guía a los diferentes usuarios de la vía	7,500/m <sup>2</sup>
	Marcas transversales	Ancho de 0,20 m	Pintura termoplástica	Se utiliza como bandas sonoras para alertar a los conductores	El cambio de textura, vibración y sonido genera un estado de alerta y reduce velocidad	400,000- 600,000

Tomando en cuenta los diferentes tipos de intervención a realizar se muestra la matriz para establecer qué tipo de intervenciones se podrían realizar según las características del lugar, el transecto establecido en el plan regulador del cantón, conteos vehiculares, zonas de interés cercanas y hasta el tipo de vía, la tabla 19 muestra recomendaciones de técnicas de tráfico calmado para cada combinación de características del camino que se analiza.

**Tabla 19.** Matriz sobre escogencia del tipo de intervención basado en las características del sitio. [15]

Clasificación	Intervención	TPD	Flujo peatonal	Clasificación de la vía	Transecto	Características
<b>Deflexión horizontal</b>	Chicanas	< 1000	Baja	Terciaria	Local barrial	Se recomienda su uso en vías solo una dirección de flujo
	Estrechamiento	< 4000	Media	Secundaria	Núcleo, general o central periférico	Mejora la seguridad, tiende a reducir la velocidad de los vehículos
	Oreja	> 4000	Alta	Primaria / Especial	Núcleo urbano y urbano general/central	Se recomienda en zonas escolares

Clasificación	Intervención	TPD	Flujo peatonal	Clasificación de la vía	Transecto	Características
<b>Deflexión vertical</b>	Intersección elevada	< 1000	Baja	Terciaria	Local barrial	Se recomienda su uso en vías solo una dirección de flujo
	Reductor de velocidad	> 4000	Alta	Primaria / Especial	Núcleo urbano y urbano general/central	Se recomienda en zonas escolares

Clasificación	Intervención	TPD	Flujo peatonal	Clasificación de la vía	Transecto	Características
<b>Deflexión vertical</b>	Reductor tipo cojín	< 4000	Media	Secundaria	Núcleo, general o central periférico	Mejora la seguridad, tiende a reducir la velocidad de los vehículos
	Paso peatonal a nivel	< 4000	Media	Secundaria	Núcleo, general o central periférico	Mejora la seguridad, tiende a reducir la velocidad de los vehículos







Clasificación	Intervención	TPD	Flujo peatonal	Clasificación de la vía	Transecto	Características
<b>Obstrucción física</b>	Mini rotonda	< 4000	Media	Secundaria	Núcleo, general o central periférico	Mejora la seguridad, tiende a reducir la velocidad de los vehículos
	Mediana	> 4000	Alta	Primaria / Especial	Núcleo urbano y general/central	Se recomienda en zonas escolares
	Isla de refugio	< 4000	Media	Secundaria y terciaria	Núcleo, general o central periférico	Mejora la seguridad, tiende a reducir la velocidad de los vehículos

<b>Clasificación</b>	<b>Intervención</b>	<b>TPD</b>	<b>Flujo peatonal</b>	<b>Clasificación de la vía</b>	<b>Transecto</b>	<b>Características</b>
<b>Señales y marcas en el pavimento</b>	Demarcación límite de velocidad	Todas	Siempre	Todas	Todas	Esencial para entender la vía
	Prohibiciones de giro	> 8000	Alto	Especial	Núcleo urbano	Cuando se quiere atravesar calles principales
	Calles en una vía	< 4000	Media	Secundaria	Núcleo, general o central periférico	Mejora la seguridad, tiende a reducir la velocidad de los vehículos
	Cambio del color de superficie	< 4000	Media	Secundaria	Núcleo, general o central periférico	Mejora la seguridad, tiende a reducir la velocidad de los vehículos
<b>Clasificación</b>	<b>Intervención</b>	<b>TPD</b>	<b>Flujo peatonal</b>	<b>Clasificación de la vía</b>	<b>Transecto</b>	<b>Características</b>
<b>Señales y marcas en el pavimento</b>	Marcas transversales	> 4000	Alta	Primaria / Especial	Núcleo urbano y general/central	Se recomienda en zonas escolares

### 6.3.2 Infraestructura de tráfico calmado

Una vez seleccionado el tipo de intervención basado en las características del camino en análisis se debe detallar las especificaciones entre las cuales se puede usar las tablas 20, 21, 22, 23 y 24 como referencia:

Tabla 20. *Especificaciones para intervenciones de deflexión horizontal.*

Clasificación	Intervención	Señales verticales	Ancho carril	Observación
Deflexión horizontal	Chicanas	 P-1-5  P-12-4a	3,60m por sentido	Las curvas típicas tendrán un ancho mínimo de 1,20m con ángulo de entrada de 30° y de salida de 45°. Distancia entre chicanas entre 15 y 25m de lomo a lomo.
	Estrechamiento	 P-5-1  P-5-2	3,0m por sentido	Se puede reducir el ancho de los carriles hasta lograr un ancho no menor a 3,0m por carril, la transición debe de realizarse en un ángulo de 45°.
	Oreja	 R-1-1, R-1-5  P-12-4a	3,0m por sentido	Se da una extensión de acera en las esquinas, se disminuye el radio de giro. Vía de vehículos livianos radio interno 5,0 m y externo 8,0 m. Acceso de vehículos de emergencia radio interno 8,50 m y externo 15,0 m

**Tabla 21.** Especificaciones técnicas para intervenciones de deflexión vertical.





Clasificación	Intervención	Señales verticales	Ancho carril	Observación
<b>Deflexión vertical</b>	Intersección elevada	 <p>P-9-1 P-7-35</p>	3,0 - 3,6 m	Toda la intersección se sube al nivel que tenga la acera, típicamente 0,20m sobre el nivel del pavimento y se debe extender al menos 2,0 desde la esquina hacia atrás. Las rampas de acceso tendrán una pendiente del 6%.
	Reductor de velocidad	 <p>P-9-12</p>	3,0 - 3,6 m	Tendrá una longitud de 1,20, la altura se determina según la velocidad de operación del sitio: Para 25 km/h: 7cm y 40 km/h 5cm.
	Reductor tipo cojín	 <p>P-9-11</p>	3,0 - 3,6 m	Cada cojín tendrá una longitud de 1,20m por 1,0 de ancho, separados entre sí 0,90m. La altura será de 7cm.
	Paso peatonal a nivel de acera	 <p>R-1-1,R-1-5</p>	3,0 - 3,6 m	Se debe demarcar la línea de alto, la palabra alto, las rampas en color amarillo y las franjas tipo cebrá en el lomo. El lomo tendrá un ancho mínimo de 2,0m y las rampas una pendiente máxima de 8%.

Tabla 22. Especificaciones técnicas para obstrucción física.





Clasificación	Intervención	Señales verticales	Ancho carril	Observación										
<b>Obstrucción física</b>	Mini rotonda	  P-3-4, P-3-5	3,6 - 5,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ancho carril</th> <th>Radio esquina</th> <th>Diámetro rotonda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,6</td> <td rowspan="3">min 6,0m</td> <td>4,50 m</td> </tr> <tr> <td>4,5</td> <td>6,60 m</td> </tr> <tr> <td>5,5</td> <td>8,0m</td> </tr> </tbody> </table>	Ancho carril	Radio esquina	Diámetro rotonda	3,6	min 6,0m	4,50 m	4,5	6,60 m	5,5	8,0m
	Ancho carril	Radio esquina	Diámetro rotonda											
	3,6	min 6,0m	4,50 m											
4,5	6,60 m													
5,5	8,0m													
Mediana	 P-4-5	2,75 - 3,20	Ancho mínimo de 0,80 m y una longitud mínima de 2,50m. Siempre y cuando no funcione como cruce de peatones de lo contrario los mínimos aplicables son los de isla de refugio.											
Isla de refugio	 P-9-4	2,75 - 3,20	Ancho mínimo de 1,80 m y una longitud mínima de 5,50 m, el espacio para la circulación peatonal tendrá un ancho de 2,0 m mínimo y 2,50m máximo para evitar el paso de vehículos (vuelta en U)											

Tabla 23. Especificaciones técnicas para señales y marcas en el pavimento.

Clasificación	Intervención	Señales verticales	Ancho carril	Observaciones
<b>Señales y marcas en el pavimento</b>	Demarcación límite de velocidad	 R-2-1	3,0 - 3,6 m	Se debe establecer la velocidad máxima de operación que sea compatible con la vida, idealmente complementarla con infraestructura
	Prohibiciones de giro	 R-3-4a R-3-11a	3,0 - 3,6 m	Al limitar o eliminar giros izquierdos se elimina un punto de conflicto importante, el cual puede complementarse con topes tipo bordillo a lo largo de la calle evitando giros indebidos.
	Calles en una vía	 R-3-1a	3,0 - 3,6 m	Convertir las vías en una sola dirección disminuye uno de los conflictos viales más severos como lo es el choque frontal.
	Cambio del color de superficie	 P-9-13	3,0 - 3,6 m	Se realiza principalmente en intersecciones, en donde se varía la textura de la superficie y cambia de color esto provoca que los conductores aumenten la alerta.
<b>Señales y marcas en el pavimento</b>	Marcas transversales	N/A	3,0 - 3,6 m	Se realiza la demarcación horizontal con pintura termoplástica con un grosor de 0,5m en color blanco. Con una separación según la tabla 23.

**Tabla 24.** Cantidad y espaciamiento entre líneas transversales. [28]

Número de líneas	Espaciamiento entre líneas		
	20 km/h	30 km/h	40 km/h
1	0	0	0
2	3,55	3,15	3,1
3	3,85	3,3	3,2
4	4,15	3,15	3,3
5	1,5	3,65	3,45
6	1,95	3,85	3,6
7	5,5	4,05	3,75
8	6,1	4,3	3,9
9	6,95	4,55	4,05
10	8,05	4,85	4,25
11	9,55	5,25	4,45
12	11,75	5,65	4,65
13	15,25	6,1	4,9
14	-----	6,7	5,15
15	-----	7,4	5,45
16	-----	8,25	5,8
17	-----	9,3	6,2
18	-----	10,7	6,6
19	-----	12,55	7,15
20	-----	15,25	7,7
21	-----	-----	8,4
22	-----	-----	9,25
23	-----	-----	10,25
24	-----	-----	11,5
25	-----	-----	13,1
26	-----	-----	15,25

### 6.3.3 Infraestructura peatonal

En el reglamento de la ley 7600 se especifican las características mínimas con las que debe contar la infraestructura peatonal pero la norma técnica INTE W85 [20] desarrollada por INTECO con la participación del Comité Técnico CTN 43 SC 03 Infraestructura para movilidad peatonal establece anchos mínimos que no se incluyeron en el reglamento. En la

tabla 25 se muestran anchos mínimos para cada una de las franjas que componen la acera según el transecto donde se ubique la intervención.

**Tabla 25.** Ancho de aceras según su uso. [20]

Uso del suelo	Franja de fachada	Franja de circulación	Franja de mobiliario	Ancho total
Núcleo urbano y urbano general/central	min 0,6m	min 2,5m (ideal 3,6m)	min 0,6m (ideal 1,8m)	min 3,7m
Núcleo, general o central periférico	min 0,6m	min 2,0m (ideal 3,0m)	min 0,6m (ideal 1,8m)	min 3,2m
Núcleo, general o central periférico	-----	min 2,0m (ideal 3,0m)	min 0,6m	min 2,6m
Local barrial	-----	min 1,5m (ideal 2,0m)	min 0,6m	min 2,1m
Zona agropecuaria	-----	min 1,5m	-----	min 1,5m

Especificaciones técnicas que deben cumplir las aceras de los proyectos de calles completas que permitan cumplir con la accesibilidad universal y el confort de sus usuarios:

- **Pendiente transversal:** Todas las aceras deberán de tener una pendiente mínima de 2% y máxima del 3% hacia la calzada, con el fin de guiar las aguas pluviales hacia el cordón y caño.
- **Pendiente longitudinal:** Cuando por topografía, desniveles del terreno se requiere variar la pendiente a lo largo de la acera, el reglamento de la ley 7600 establece como dimensiones máximas:
  - Del 10 al 12% en tramos menores a 3 metros
  - De 8 al 10% en tramos de 3 a 10 metros
  - De 6 a 8% en tramos mayores de 10 metros

- Características de los materiales: la superficie de la acera deberá ser resistente, antideslizante y duradera. Normalmente se podrá construir en concreto colado, pero también puede construirse con losas lisas o adoquín.
- Cruces peatonales: según lo establece SIECA [29] el ancho del paso peatonal podrá ser igual al de la acera, pero no menor a 1,8 m. Para analizar si se debe colocar un paso peatonal se puede realizar por medio de la evaluación “Conflicto peatón – vehículo” el cual es calculado por la ecuación N°2:

$$\text{Ecuación N}^\circ 2: GC = PV^2$$

Donde:

**GC:** Grado de conflicto

**P:** Volumen promedio de peatones calculado para las cuatro horas de mayor volumen (en calles urbanas se debe contar los peatones que cruzan en un radio de 50m)

**V:** Volumen de vehículos registrados en las cuatro horas definidas por el mayor volumen peatonal.

Según los resultados obtenidos, el manual centroamericano del SIECA [29] recomienda el tipo de cruce a realizar mostrados en la tabla 26.

**Tabla 26.** Tipo de cruce basado en el grado de conflicto obtenido [30]

GC	P	V	Tipo de cruce
0 a $10^8$	Menor a 1100	Menor a 300	Cuneta sin marcas
$10^8$ a $2 \times 10^8$	50 a 1100	300 a 500	Marcas sin refugio central
$10^8$ a $2 \times 10^8$	50 a 1100	Mayor a 500	Marcas con refugio
$10^8$ a $2 \times 10^8$	Menor a 1100	Mayor a 400	Marcas con refugio
Arriba de $2 \times 10^8$	50 a 1100	300 a 750	Semáforo peatonal y cruce
Arriba de $2 \times 10^8$	50 a 1100	Mayor a 750	Semáforo peatonal con apertura de mediana
Arriba de $2 \times 10^8$	Mayor a 1100	Mayor a 400	Semáforo peatonal con apertura de mediana

Si los resultados obtenidos mediante el cálculo del grado conflicto entre vehículo y peatón no satisface las necesidades observadas en sitio, se puede utilizar el diagrama de decisión para la escogencia de facilidades peatonales, se busca brindar herramientas a los tomadores de decisión para que estos puedan realizar la valoración en campo y poder proponer cual cruce peatonal es el más acertado para las condiciones reales mediante la figura 30.

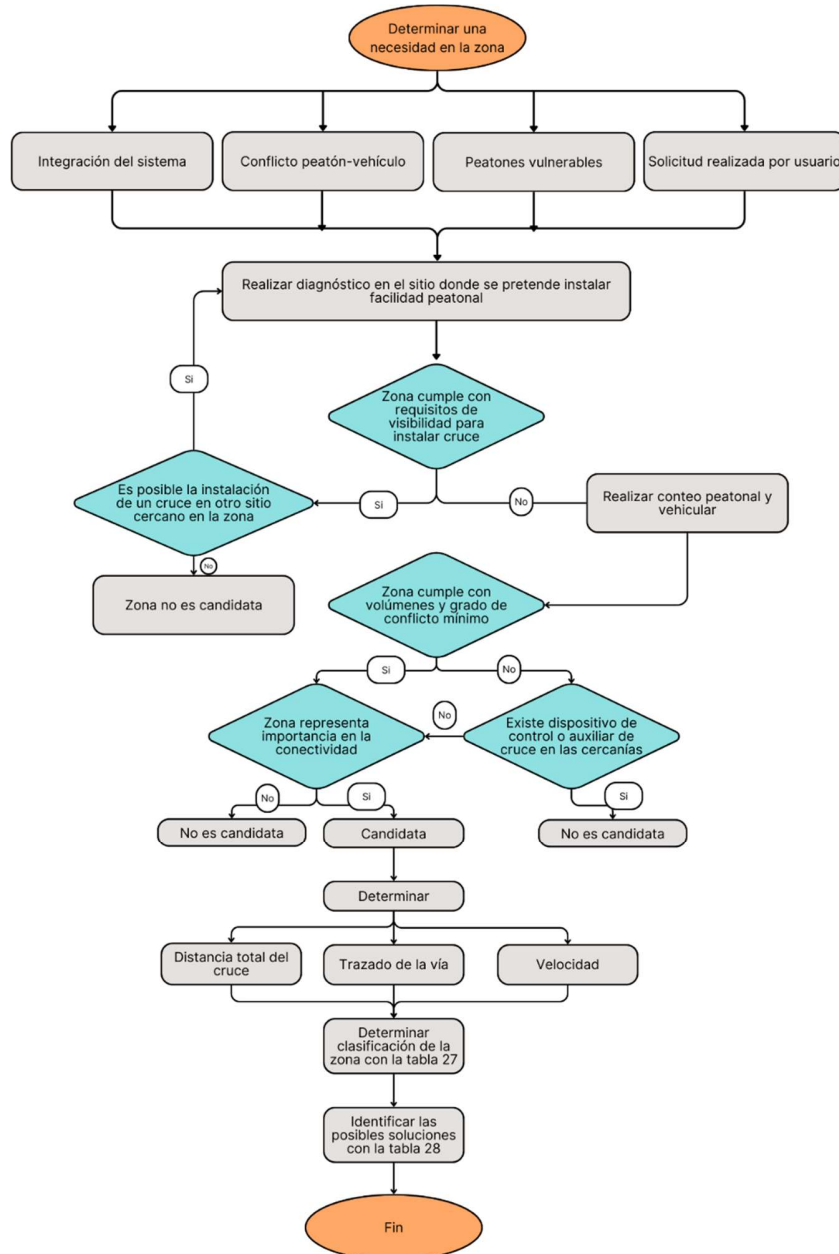


Figura 30. Proceso para identificar posibles soluciones de cruce. [30]

Para determinar la necesidad de la colocación de un paso peatonal ello Araya [30] detalla cada una de las necesidades de la zona que se pueden valorar mediante el diagrama de la figura 28.

- Conflicto peatón-vehículo: cuando los flujos de los dos modos se ven involucrados entre sí, generando una demora para los peatones o es una muestra clara de inseguridad para ambos, es recomendable plantear infraestructura que permita disminuir el conflicto en la zona.
- Integración del sistema: Se requiere que exista conexión para el desplazamiento de los peatones, de manera segura, cómoda y directa.
- Peatones vulnerables: En la zona se logra identificar grupos vulnerables por su condición física, edad u otras condiciones, es viable plantear mejoras que permitan el cruce de estas personas de manera segura. Principalmente en cercanías a centros de salud, escuelas, hogar de ancianos, centros atractores de viajes, etc.
- Solicitud realizada por el usuario: Cuando los vecinos de una localidad solicitan explícitamente la colocación de dispositivos que les mejore las condiciones para cruzar las calles, en consecuencia, del alto riesgo al que se enfrentan por velocidad o inseguridad vial.

Tomando en cuenta la valoración a realizar por medio del procedimiento descrito en la figura 30 del informe de Araya [30] con las tablas 27 y 28 respectivamente:

**Tabla 27.** Clasificación de zonas según distancia de cruce y velocidad. [30]

Distancia total de cruce	Trazado de la vía	Velocidad				
		< 50 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	> 80 km/h
Un carril menor a 3,5m	Una vía	A	B	E		G
Dos carriles < 7,0m	Una vía Doble vía					
Tres carriles $7 < x < 10,5$ (m)	Una vía Doble vía	C				
Cuatro carriles $10,5 < x < 14$ (m)	Doble vía (2 carriles por vía)	C		F		
Seis carriles $10,5 < x < 21,0$ (m)	Doble vía (3 carriles por vía)	No Aplica	D			

**Tabla 28. Facilidades de cruce peatonal recomendadas según la zona. [30]**

Tipo de cruce	Facilidad	Zona						
		A	B	C	D	E	F	G
Auxiliares de cruce	Reductor de velocidad	Y						
	Extensión de acera	X	X	X				
	Medianera			Y				
	Isla o refugio peatonal				Y			
Cruce a nivel	Plataforma peatonal	Z						
	Cruce a media cuadra	Y						
	Paso de cebra	Y	Y	T	T	T	T	
	Semáforo peatonal	W	Y	Y	Y	Y	Y	
Cruce a desnivel	Puente peatonal						Y	Y
	Túnel peatonal						Y	Y

Nota: **X**: Las extensiones de bordillo se recomiendan para las vías que cuentan con espaldón o parqueo

**Z**: Utilizar con cautela en zonas con velocidades mayores a 40 km/h

**T**: En estas zonas no se recomienda instalas solamente el paso de cebra, se puede combinar con medianera, refugio o semáforo peatonal

**W**: Se recomienda solo si forma parte del sistema de semáforos de la intersección o en zonas especiales

Importante resaltar que esta guía de calles completas está dirigida a implementarse en la red vial cantonal de Curridabat, por lo que la velocidad máxima permitida es de 40 km/h. Debido a lo anterior, se puede identificar que todas las vías y sectores a analizar deberían ubicarse en la zona A y C. Es importante ver cuáles son las posibilidades a nivel de cruce peatonal, tomando en cuenta que, si aplica para velocidades mayores, su aplicación a una velocidad más baja es aceptable.

#### **6.4 Distribución mínima según características físicas y funcionales**

Según las consideraciones establecidas en las propuestas del plan regulador para todo el cantón de Curridabat se plantean diferentes panoramas para cada sector. Se busca aprovechar el espacio existente generando una distribución equitativa del espacio, velando por la seguridad de los usuarios más vulnerables.

Es necesario clasificar según uso de suelo, tomando en cuenta la cantidad de personas a las que la vía debe darle servicio, considerando a los peatones, ciclistas, servicio de transporte público, vehículos particulares y transporte de bienes. En el caso específico de Curridabat, en donde la ciudad está completamente urbanizada y las vías definidas se debe acoplar las propuestas de mejora al espacio existente, para ello se debe considerar la mejor distribución del espacio según su uso.

Inicialmente se debe valorar el tipo de transecto donde se está planteando la intervención de calle completa, seguidamente se debe verificar que el espacio existente sea suficiente para establecer la metodología planteada anteriormente en el capítulo 6. Se presentan propuestas que podrán ser variadas según las condiciones específicas de la vía a analizar, los conteos realizados, la identificación de puntos de conflicto, cantidad y tipo de transporte público, conectividad ciclista, cercanía a centro de salud, educación, religión y otros centros cívicos, velocidad de operación vehicular, etc.

#### **6.4.1 Zonas de alta densidad**

Dentro de esta clasificación se identifican los transectos núcleo urbano, urbano general y central, con uso de suelo mixto, edificaciones altas y alto flujo peatonal. Para los sectores con densidad alta se requiere que las vías de acceso estén al nivel de servicio que el transecto necesita. Lo más efectivo para movilizar personas es la infraestructura para modos activos, como las aceras y la infraestructura ciclista. En el caso de las calles especiales, el espacio disponible se ubica entre el rango de 18 m y 24 m, lo que facilita la inclusión de todos los modos de transporte.

Para esta zona se requieren aceras amplias en donde exista un sector para mobiliario, el espacio de la fachada y el espacio de circulación. Se promueve la colocación de ciclovías segregadas mejorando la seguridad de los ciclistas, en función del comercio se recomienda colocar espacios de parqueo sobre la calle y carriles no menores a 3,0 m. La implementación de infraestructura de tráfico calmado puede ser variable, como la construcción de medianas, reductores de velocidad, extensión de aceras en las intersecciones y otros.

Estos planteamientos podrán ser variados, considerando otros factores que sean propios del sitio de estudio, por ejemplo, entradas a garajes, tipo de edificaciones, agregar más carriles para vehículos, etc. La cantidad de carriles deberá responder no sólo al espacio

disponible, si no por la capacidad de las vías, tomando en cuenta su importancia a nivel de conexión con otras vías cantonales, nacionales o de travesía. Las figuras 31, 32, 33, 34, 35 y 36 muestran algunas configuraciones para cada tipo de vías según el ancho disponible desarrolladas mediante la página Streetmix 2021.



Figura 31. Propuesta de distribución para calle especial tipo A de 24m.



Figura 32. Propuesta de distribución para calle especial tipo B de 20m.



Figura 33. Distribución planteada para calle especial tipo C de 18m.

#### 6.4.2 Zonas de mediana densidad

Dentro de esta zona se pueden identificar transectos como núcleo urbano, central y general periférico, en las cuales la finalidad es generar una densidad media en donde se combine zonas residenciales y comerciales, con edificios medianos. Lo anterior propicia la reactivación de la economía local dado a que las personas prefieren los desplazamientos caminando o bicicleta, lo que aumenta la posibilidad de visitar locales comerciales, restaurantes y similares. Esto demuestra la importancia de brindar un espacio seguro y amplio para estos modos de transporte.

La inclusión de infraestructura ciclista como ciclo carriles segregados o demarcados son una buena manera de incentivar el uso de la bicicleta o también por medio de carriles compartidos, para ello se debe implementar medidas de tráfico calmado que brinde seguridad a los ciclistas para su desplazamiento. La propuesta de diseño de sección transversal para calle primaria que se muestra en la figura 32 es una guía que puede ser modificada cuando se identifiquen otros problemas de movilidad u otras necesidades. El espacio de parqueo puede ser alternado con medidas de tráfico calmado, paradas de autobuses, parqueo para bicicletas públicas, etc.

El mobiliario urbano toma una importancia alta, por lo que destinar un espacio para su colocación como de bancas, basureros, iluminación peatonal o arborización le da un plus al corredor volviéndolo más acogedor e incentiva su uso.

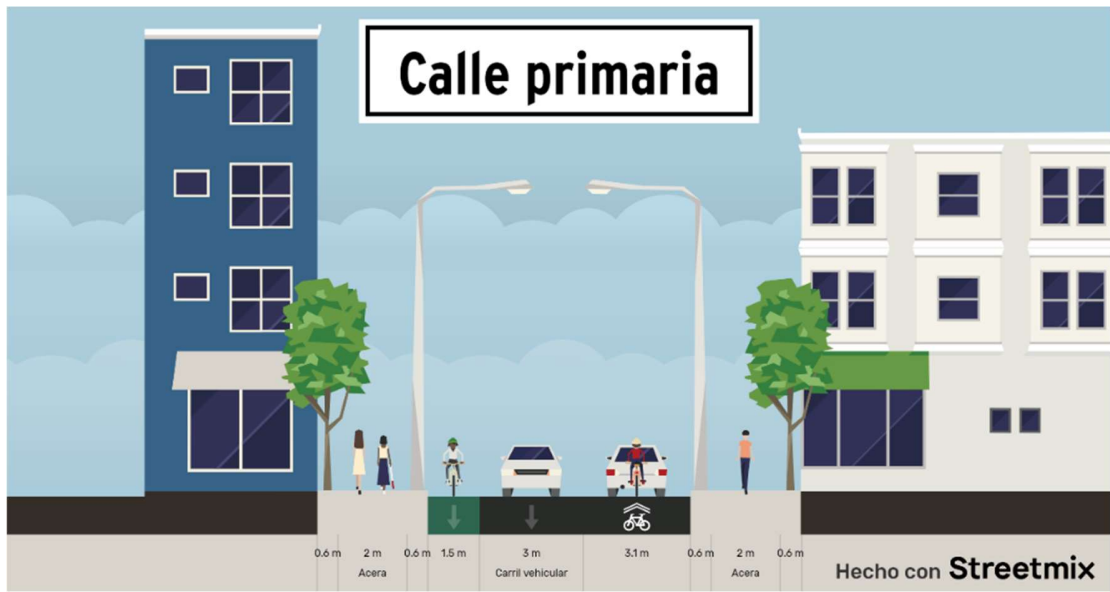


Figura 34. Distribución planteada para una calle primaria de 14m.



Figura 35. Distribución planteada para una calle secundaria de 11m.

### 6.4.3 Zona de baja densidad

Se ubica en transectos identificados como local barrial, es decir son zonas casi en su totalidad residencial, pero con la inclusión de comercio relacionado a la vivienda, sus edificaciones no son mayores a cinco niveles y el espacio disponible es reducido.

La principal función de las vías terciarias ubicadas en zonas de baja densidad es conectar barrios y viviendas, poco tránsito peatonal. Se pueden establecer medidas de tráfico calmado, los carriles vehiculares no podrán ser mayores a 3,0m cada uno, ya que se requiere como mínimo un ancho de acera de 1.20m según lo indicado en la ley 7600. La inclusión de la infraestructura ciclista se podrá realizar por medio de carriles compartidos a bajas velocidades.

Adicionalmente, debido a lo estrecho de las vías se debe prohibir el estacionamiento sobre la calzada o en las aceras, se pueden utilizar sistemas de bolardos u otro mobiliario que impida el irrespetar la ley de tránsito.

Al ser una vía barrial, es probable la presencia de niños jugando, personas caminando y mucha interacción social vecinal por lo que se recomienda establecer límites de velocidad bajos, máximo de 30 km/h. La figura 34 muestra una posible distribución del espacio para una calle terciaria.



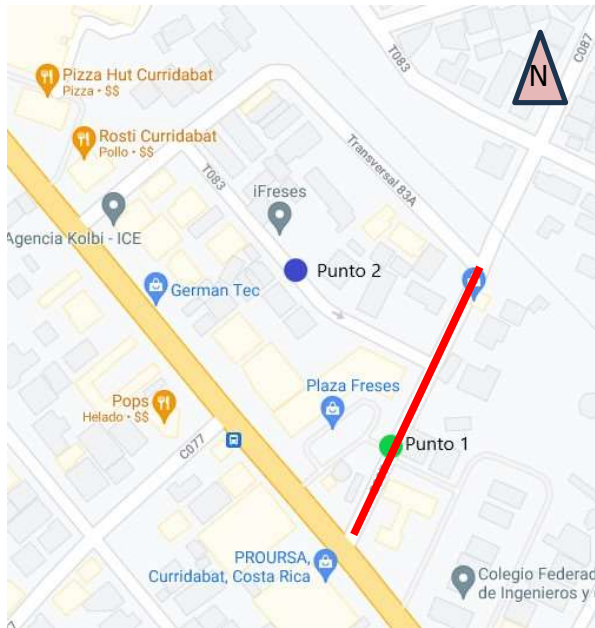
Figura 36. Distribución para una calle terciaria de 8,5m.

## 7 Resultados

### 7.1 Ubicación

El cantón de Curridabat se ubica en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica, específicamente en la provincia de San José, es el cantón número 18 y tiene un área 15.95km<sup>2</sup> [14]. La zona planteada para la realización del estudio se ubica dentro del primer distrito de Curridabat, en un barrio denominado Freses. El proyecto se ubica sobre la calle C087, específicamente el tramo ubicado entre la RN02 y la T083a. Como se muestra en la figura 37.

Figura 37. Ubicación del caso práctico



## 7.2 Características de la zona

El sitio por analizar se ubica dentro del transecto Núcleo Urbano según la modificación al plan regulador del año 2013 y otro sector en Central Periférico según la propuesta de ampliación del plan regulador.

El sector actualmente presenta una alta ocupación de viviendas unifamiliares, aunque más recientemente se han desarrollado proyectos de alta envergadura con dos torres de apartamentos de 24 pisos cada uno, lo que ha provocado un aumento en la cantidad de locales comerciales en sus alrededores. Cercano a esto se ubican varias oficinas del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, así como una plaza comercial, auge del número de locales comerciales que han provocado un aumento en la cantidad de vehículos parqueados en ambos lados de la vía C087, parques municipales y la línea del tren con la estación más cercana a una distancia de 500m.

La calle C087 es altamente utilizada como conexión sur-norte por parte de vehículos privados, transporte de bienes y ciclistas. También por peatones que se desplazan desde

la zona residencial hacia el comercio sobre la ruta nacional como locales de comida, tiendas o los centros comerciales Plaza del Sol o Plaza Freses.

Tiene una longitud total de 520 m, desde la ruta nacional hasta el límite cantonal con Montes de Oca, un derecho de vía de 14,0 m de los cuales 8,0 m son de calzada y los restantes 6,0 m se dividen en dos aceras con zona verde y el cordón y caño. Los primeros 170 m tienen una sola dirección (sur-norte) lo que ha provocado que se utilice el sobrante de la calzada para parqueo informal en ambos costados de la calle.

En cuanto a la posible conexión ciclista se realiza la valoración de la vía C087 mediante la metodología de clasificación de camino con visión de infraestructura ciclista, para ello se analizan los siguientes siete factores:

- Conectividad: otorga 15 puntos al ser una vía primaria de la red vial cantonal
- Atractivo: 15 puntos al ser urbano central
- Dirección: 20 puntos al ser la sección más directa
- Confort: 10 puntos, pendiente longitudinal entre 0 y 3%
- Superficie de rodaje: 10 puntos, superficie lisa en muy buen estado
- Iluminación de la vía: 2 puntos, solo existe iluminación vehicular en un costado
- Velocidad máxima permitida: 2 puntos, 40 km/h.

Para un total de: 74 puntos, según la calificación la vía presenta una alta necesidad de infraestructura ciclista.

### **7.3 Tipo y alcance de proyecto**

El proyecto se plantea realizar en los primeros 170m de la calle C087 en dirección sur-norte, ya que en los últimos años se ha dado un boom de comercios en la zona lo que ha generado un aumento desordenado de los espacios de parqueo. Ante el aumento de los viajes en bicicleta y la repoblación de la zona, se requiere buscar soluciones que permitan mejorar las condiciones para todos los modos de transporte.

El proyecto planteado es un análisis inicial mediante un rediseño del espacio disponible, considerando todos los modos de transportes involucrados en el día a día, el cual se planteó a la administración de la vía para realizar una intervención de urbanismo táctico que permita recolectar información de los usuarios y de esta manera analizar

### 7.3.1 Objetivo del proyecto

Aplicar la metodología de calle completa con el fin de poner en práctica los procedimientos, información, métodos de priorización e identificación establecidos en el manual.

### 7.3.2 Diagnóstico

Es de suma importancia conocer la zona para entender cuál es el comportamiento de las personas que habitan el barrio y como poder ofrecer una mejora en la calidad de vida para todos los usuarios de la vía.

Aforo de vehículos: El tránsito promedio diario obtenido mediante el uso de un contador automático tipo MetroCount es de 6459 entre semana y de 5342 el fin de semana, donde menos del 1% son camiones pesados. La figura 38 muestra la ubicación de los aforos vehiculares.

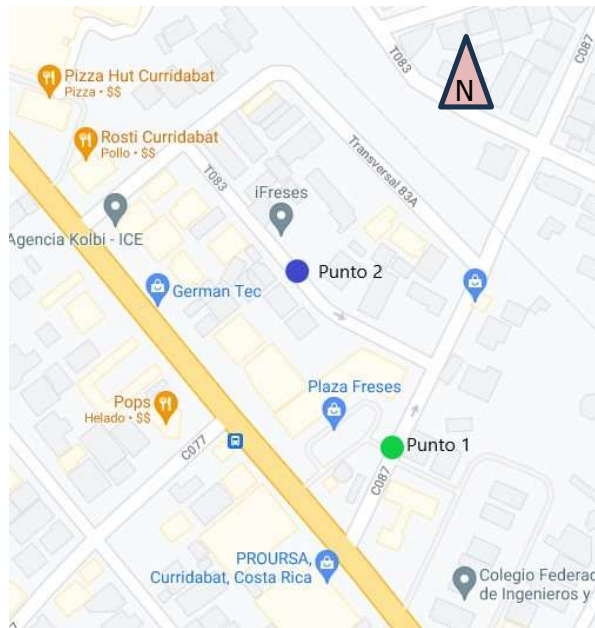


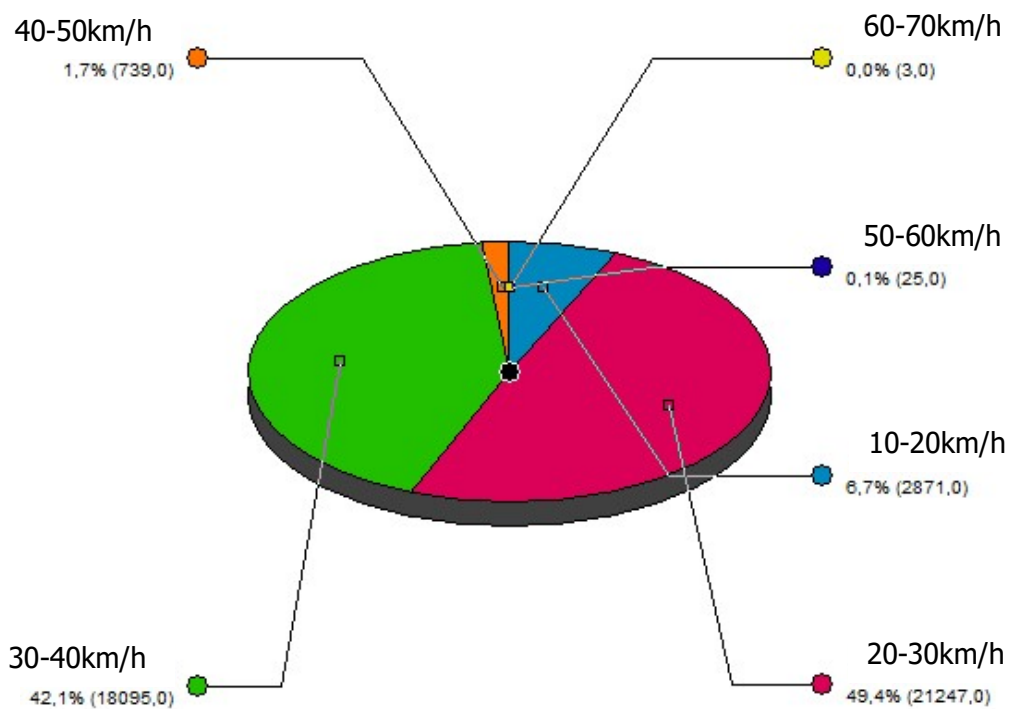
Figura 38. Ubicación de los conteos realizados.

Los conteos se realizaron en dos calles separadas, el punto 1 sobre la C087 se contabilizó por dos semanas y el punto 2 sobre la T083 se colocó el contador 24 horas ya que el flujo es muy bajo (TPD = 460) por lo tanto el aporte vehicular a la zona de estudio es muy bajo en comparación al punto 1. La tabla 29 muestra la distribución del tránsito por clase y por día de medición.

**Tabla 29.** Datos obtenidos mediante conteos vehiculares, clasificado por tipo de vehículo

Punto	Día	CLASIFICACION VRX												Moto	Bicicletas	Total	% Pesados
		LIVIANOS			MEDIANOS			PESADOS									
		CLS1	CLS2	CLS3	CLS4	CLS5	CLS6	CLS7	CLS8	CLS9	CLS10	CLS11	CLS12				
	SV	SVT	TB2	TB3	T4	ART3	ART4	ART5	ART6	BD	DRT	TRT	M/C	CYCLE			
1	Lunes	5723	55	47	9	20	3	0	3	5	0	1	0	89	511	6466	0,14%
	Martes	5903	48	64	11	14	0	2	2	3	1	0	0	79	544	6671	0,12%
	Miércoles	5770	61	50	11	15	2	2	0	3	0	0	0	81	460	6455	0,08%
	Jueves	5626	15	54	10	6	3	1	0	1	0	0	0	20	164	5900	0,03%
	Viernes	6404	35	64	7	7	2	4	2	1	0	0	0	31	247	6804	0,10%
	Sábado	5605	16	29	6	4	7	0	1	0	0	0	0	25	106	5799	0,02%
	Domingo	4776	8	15	2	6	0	0	0	0	0	0	0	14	64	4885	0
2	Miércoles	412	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	3	460	0,00%

También se obtuvieron los resultados de velocidad, en donde se evidenció que el 49.4% de los vehículos circulaban entre 20 y 30 km/h y el 42.1% circulaban entre 30 y 40 km/h mientras que tan solo el 1.8% de los vehículos superaban los 40 km/h. La figura 39 muestra la cantidad y porcentaje de vehículos que transitaron por rango de velocidad.



*Figura 39.* Distribución por rangos de las velocidades en el punto 1.

**Aforo peatonal:** Como nivel superior de la pirámide de movilidad invertida se debe colocar al peatón como figura central de la ciudad, ya que es el que brinda vida a los espacios

públicos, revitaliza el comercio e impulsa una movilidad más saludable y ecológica. Para ello se debe conocer la cantidad de personas que transitan a pie por la zona de estudio, en este caso, se utilizó un conteo realizado por la empresa CONVIA en el 2019 para la contratación 2019CD-000095-01 de la Municipalidad de Curridabat. La intersección analizada es el entronque entre la RN02 y la C087, en donde se analizaron dos franjas horarias, una en la mañana entre las 06:30am y las 08:30am, por la tarde entre las 04:30pm y las 06:30pm. Obteniendo como resultado un flujo de 93 personas en las dos horas de la mañana y 208 personas durante las dos horas de la tarde. Es importante aclarar que para este conteo se consideraron solo aquellas personas que cruzaron la calle de una acera a la otra. En el apéndice A se puede observar el conteo en detalle realizado, considerando la dirección del peatón según la intersección analizada. Además, la RN02 cuenta con 5 carriles, dos por dirección y uno central para giro.

Mapeo peatonal: De acuerdo con la información disponible sobre la cantidad de peatones que cruzan en la intersección de interés se realizó el mapeo de las trayectorias realizadas por estos en una hora. En la figura 40 se muestra cual fue el desplazamiento realizado por los peatones durante una hora entre las 09:00am y las 10:00am de un sábado. Se logró identificar el desplazamiento de 110 personas, las cuales se clasificaron en líneas verdes para el desplazamiento de una persona sola, en color café para dos personas y en color rojo para tres o más personas. También se aprovechó para identificar trayectorias de ciclistas en color morado y otros movimientos riesgosos, por ejemplo, en color naranja se muestra el desplazamiento de ciclistas contravía (siete en total) y en color rojo oscuro el desplazamiento de un carro particular en contravía.



Figura 40. Mapeo de trayectorias peatonales en el sitio de estudio

También se logró identificar cuáles son los puntos de cruce más utilizados por los peatones, dónde se concentran y cuál camino toman para llegar al sitio de deseo. Se observa con detenimiento la facilidad que brinda la plaza Freses, que al ser abierta permite que muchos peatones la utilicen para acortar camino hacia el semáforo peatonal o la parada de autobuses ubicados 75 m oeste de la intersección.

Nivel de servicio de peatonal: Actualmente el sitio analizado cuenta con aceras de 1,5m de ancho, con los conteos y el mapeo realizado se puede corroborar que el pico de 15min de flujo peatonal es de 42 personas entre las 5:30 y 5:45pm. Por lo tanto, al utilizar la ecuación N°1:

$$Flujo\ peatonal = pt / (15\ min * ancho\ de\ la\ franja\ de\ circulación(m))$$

$$Flujo\ peatonal = \frac{42}{15 * 1,5} = 1.866$$

Se obtiene que el nivel de servicio de la acera es < 2, lo que corresponde con una clasificación A. Con el resultado del flujo peatonal obtenido se debe calcular el ancho de la franja de circulación, mediante la ecuación N°1:

$$Ancho\ de\ franja\ de\ circulación\ (m) = \frac{pt}{15 * flujo\ peatonal}$$

$$Ancho\ de\ franja\ de\ circulación\ (m) = \frac{42}{15 * 2} = 1.4m$$

Ya que el ancho existente para el flujo actual es de 1,5 m superior al requerido según el cálculo anterior se mantienen las condiciones existentes. Pero según los criterios de ancho mínimo establecidos en la tabla 25. El ancho mínimo para el sector de central periférico debería de ser de 2,0 m de la franja de circulación, por lo tanto, este criterio se debe mantener y aumentar los anchos de las aceras hasta 2,0 m.

Cruces peatonales: mediante la metodología del grado de conflicto se analizó el tipo de cruce peatonal que mejor aplica para las condiciones de sitio. Para ello se debe conocer cuál es el volumen promedio de peatones para las cuatro horas de mayor volumen y el volumen de vehículos registrado como máximo en las cuatro horas. El grado de conflicto se calcula mediante la ecuación N°2:  $GC = PV^2$

Se realizó el cálculo utilizando el volumen de peatones mediante la suma de las dos horas de la mañana y las dos horas de la tarde, ya que es la información disponible a la hora de realizar el procedimiento.  $P = \frac{301}{4} = 75.25$

Para el cálculo del volumen de los vehículos V se utilizan los datos del jueves, similar al día del conteo de peatones y se utiliza la cantidad de vehículos promedio durante las horas del conteo peatonal. Sumando la cantidad de vehículos identificados con el color naranja en la tabla 30, se obtiene como resultado 1255 vehículos.

$$V = \frac{1255}{4} = 313.75$$

**Tabla 30.** *Conteo vehicular del jueves a cada 15min en el punto 1.*

0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	
Total	17	9	8	8	5	74	249	305	308	301	335	372	417	380	367	396	421	427	388	378	298	223	160	
0-15	6	2	1	1	2	6	48	71	80	82	68	72	116	81	105	99	114	97	102	114	95	66	45	
15-30	3	4	4	1	0	10	54	76	62	56	91	114	99	83	95	116	96	102	103	97	72	65	36	
30-45	3	3	2	3	1	23	68	72	89	71	89	108	110	99	82	87	107	121	98	99	71	46	51	
45-60	5	0	1	3	2	35	79	86	77	92	87	78	92	117	85	94	104	107	85	68	60	46	28	
Hora de máxima demanda AM 11:15-12:15 (416) FHMD AM = 0,90 Hora de máxima demanda PM 17:30-18:30 (433) FHMD AM = 0,89																								

Ya con los dos factores analizados se calcula el grado de conflicto generado sobre la vía C087.

$$GC = 75 * 314^2 = 7.4 \times 10^6$$

Basado en los resultados obtenidos el sitio de análisis no es candidato para la colocación de un cruce peatonal, ya que no cumple con los volúmenes mínimos ni grado de conflicto, de acuerdo con los criterios de la tabla 26, sin embargo, siguiendo la figura 31 del diagrama de flujo, al ser una zona de importancia en la conectividad se determina la distancia de cruce, el trazado de la vía y la velocidad de operación. Con estos datos y utilizando la tabla 27 la zona se clasifica como C. Además, de acuerdo con lo indicado en la tabla 28 para los cruces a nivel aplica paso de cebra, acompañado con refugio y/o extensión de acera. A este análisis se le incluyen las trayectorias de los peatones mapeadas en la figura 39 se puede observar que existen 3 zonas de cruce importantes, una en el inicio del proyecto, otro a la mitad y por último uno en la intersección con la línea del tren.

Aforo de ciclistas: Los ciclistas son otro elemento esencial en la vitalidad de la ciudad, es importante tener conocimiento de la cantidad de personas que se desplazan en bicicleta y cómo lo hacen. En el conteo realizado se incluyó la clasificación para bicicletas, durante la semana de conteo se obtuvo un flujo diario de hasta 544 ciclistas entre semana y un flujo máximo de 106 el fin de semana. La caracterización de los ciclistas se realizó mediante el formulario mostrado en el apéndice B, donde la mayoría de los ciclistas identificados utilizaban bicicleta de ruta, hombres, entre 20 y 39 años, así como casi en su totalidad utilizaban casco y luces traseras. Durante el tiempo de análisis en campo se logró identificar siete ciclistas que circularon contravía principalmente con el objetivo de ingresar al centro comercial plaza Freses.

Como se indicó en el diagnóstico la vía tiene una alta necesidad de infraestructura ciclista, para ello se analiza qué tipo de infraestructura es la más conveniente, considerando que la velocidad de operación es menor a 40 km/h y el TPD es mayor a 4000, se observa que la facilidad ciclista que mejor se adapta a las condiciones es la segregada tipo 1.

**Tabla 31.** Criterio para selección de facilidad ciclista

Tipo	Velocidad	TPD
Compartida	< 30 km/h	< 4000
Demarcada	< 40 km/h	< 4000
Segregada 1	40 km/h < V < 60 km/h	N.A
Segregada 2	> 60 km/h	N.A

## 8 Discusión de los resultados

### 8.1 Propuesta de diseño

Teniendo claro que lo que se busca es optimizar el espacio y brindar de mejores condiciones para todos los modos de transporte, se plantea una intervención que ordene, facilite y proteja a todos los usuarios de la vía. Por lo tanto, considerando todas las etapas desarrolladas previamente se propuso convertir la vía de la figura 41 que es la situación original e intervenirla como una calle completa se muestra en la figura 42.

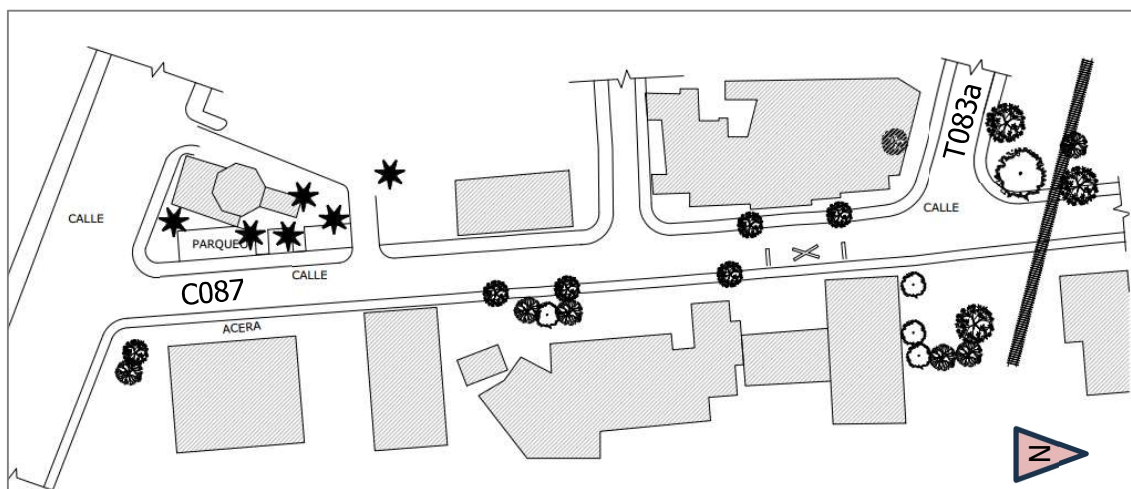


Figura 41. Situación original en el sitio de estudio

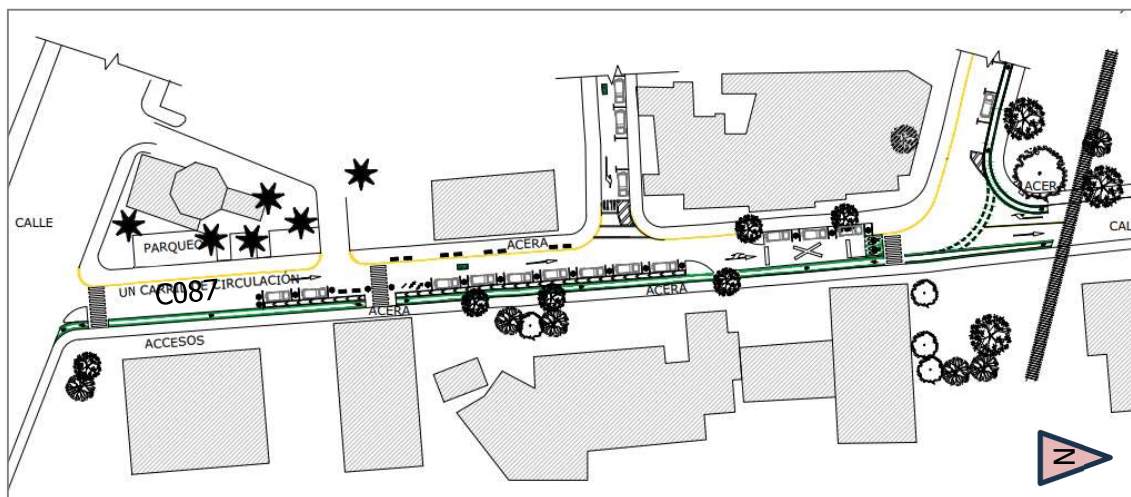


Figura 42. Intervención propuesta para convertir la C087 en una calle completa

Dentro de la intervención se consideran mejoras como un ciclo-carril segregado, adelgazamiento al inicio de la vía, un paso cebra protegido, una chicana y un rediseño total de la intersección C087 con T083a. A nivel peatonal se aumentó el ancho de la acera del costado oeste, se propone la colocación de mobiliario urbano como bancas, basureros y bici-parqueos que incentiven la apropiación del espacio y brinden de herramientas que faciliten el desplazamiento en modos activos.

Estrechamiento e isla de protección: Al generar una ciclovía en el costado este de la C087 se debe garantizar la protección de los ciclistas que se incorporan a la ciclovía para ello se genera una isla protectora que permite a los ciclistas ingresar de manera fluida y protegiéndolo ante el ingreso vehículos automotores v mediante una barrera física, la cual obliga distanciar el giro entre los dos modos. También este espacio funciona como isla de protección para los peatones que necesitan cruzar en dirección este-oeste (B-C) o viceversa y al extender la acera del costado oeste permite disminuir la distancia de desplazamiento de los peatones disminuyendo los puntos de conflicto y exposición como se muestra en la figura 43.

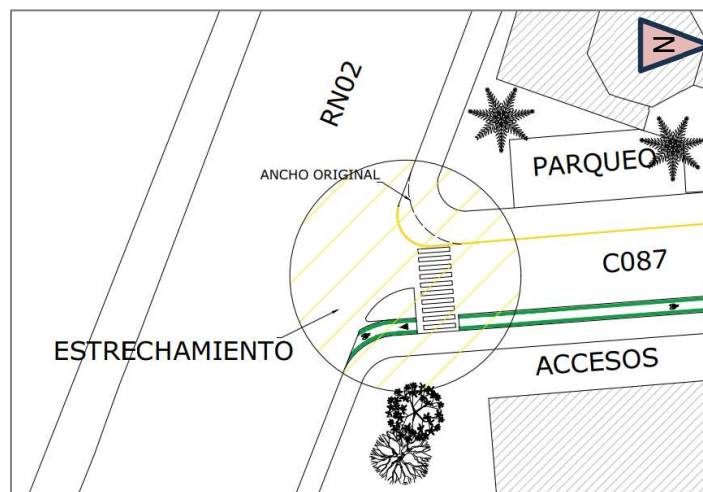


Figura 43. Estrechamiento en la intersección entre RN02 y C087

Cruce seguro: Durante el mapeo de peatones se evidenció que muchos peatones ingresan o salen del centro comercial a la mitad del cuadrante y cruzan la C087 (Ver figura 38) este resultado arroja la necesidad de implementar un cruce seguro también en este sitio. Para ello se plantea la construcción de una isla de protección, la cual tendría un ancho de 1,8 m

y se colocaría dejando un radio de giro interno de 8,6 m como se establece en la Tabla 5 para camiones, la cual cumpliría para buses y automóviles.

El peatón siempre busca la ruta más efectiva y segura para su desplazamiento, esto se denomina línea de deseo. Es claro que la mayoría de las personas se desplazan por medio del centro comercial ya que disminuye la distancia y la dirección es más directa si lo que se busca es llegar a la parada de autobús o cruzar la RN02 en el semáforo peatonal. Se plantea un cruce peatonal seguro en donde el ancho de cruce se disminuye importantemente por la ciclovía y los espacios de parqueo que se ubican paralelo a la vía. Es importante resaltar que según la normativa nacional es prohibido el parqueo de vehículos a menos de 5,0 m de cruces peatonales, principalmente por el rango de visión. Aprovechando este espacio generado se considera la colocación de mobiliario urbano como bancas, maceteras y parqueos de bicicleta, como se muestra en la figura 44.

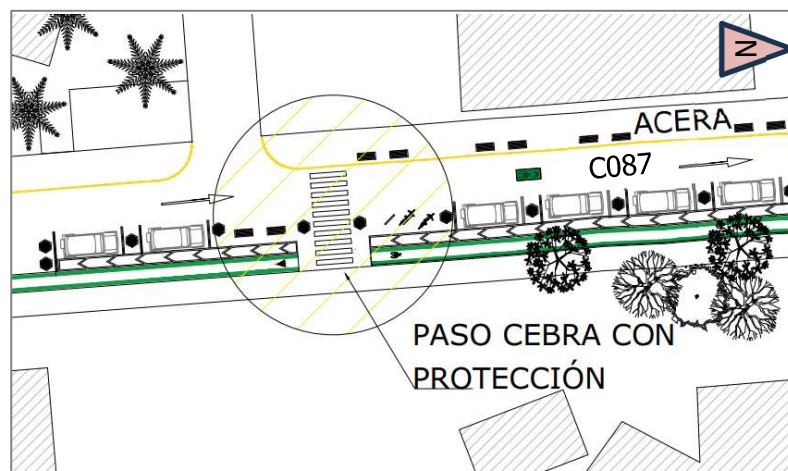


Figura 44. Cruce seguro a la mitad del cuadrante

Chicana: Los primeros 170 m de la vía solo tienen dirección sur-norte lo que facilita la distribución y aprovechamiento de la vía. Por lo tanto, se plantea la ciclovía en el costado este y junto a ella espacios de estacionamiento paralelo, el carril de circulación se ubica en el costado oeste de la calle. Después de los 170 m la vía se convierte en una calle de dos carriles, uno por dirección por lo que es necesario redireccionar a los vehículos hacia el costado este de la calle. En la figura 45 se muestra la técnica planteada para realizar la redirección de los vehículos es por medio de una chicana que permita regresar el flujo hacia

el costado este de la calle y evitar generar un conflicto frontal, de esta manera se genera un cambio en la ubicación de los estacionamientos trasladándolos hacia el costado oeste.

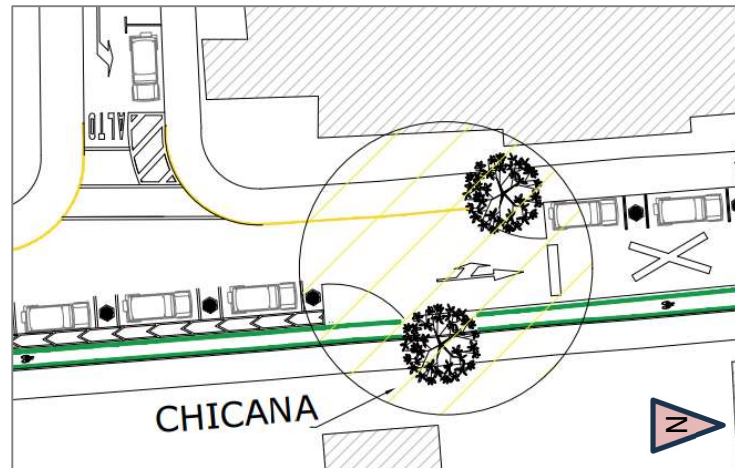


Figura 45. Chicana sobre la C087

Intersección C087-T083a: Esta intersección cuenta con una característica particular, ya que el tramo de calle que viene de la RN02 con dirección sur-norte es de una sola vía y luego de la intersección con la T083a se convierte en una calle de dos vías, por lo tanto, el manejo del flujo es de suma importancia al cual hay que eliminar la posibilidad de un choque frontal. El uso de chicanas en la aproximación permite redirigir el flujo vehicular, la extensión de acera en el costado oeste permite generar espacios de parqueo y evitar la circulación contra vía. Como se muestra en la figura 46, sobre la calle T083a se incluye la construcción de ciclovía demarcada y espacios de parqueo que obligan la disminución del tránsito de manera segura, dejando libre un carril de circulación con un ancho de 3.40m.

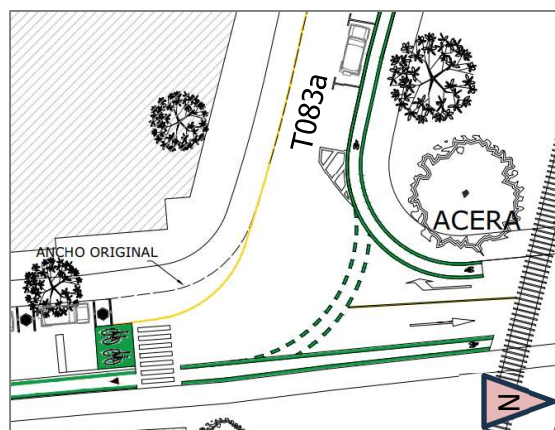


Figura 46. Intersección C087-T083a

## 8.2 Proyección económica

Basado en la propuesta planteada para la zona y utilizando los valores de las tablas 15, 16, 17 y 18 se realiza una proyección de costos para convertir en una calle completa según el diseño planteado a partir de la metodología. La tabla 32 muestra el costo por ítem asociado y el monto total de la posible intervención, para una longitud de 170 m.

**Tabla 32.** *Proyección económica para implementar de manera permanente el diseño propuesto*

Ítem	Costo unitario	Unidad	Cantidad	Costo total
Chicana	₪ 650 000,00	unidad	1	₪ 650 000,00
Isla de refugio	₪ 300 000,00	unidad	1	₪ 300 000,00
Oreja peatonal	₪ 450 000,00	unidad	2	₪ 900 000,00
Demarcación tipo ciclo vía	₪ 7 500,00	m2	255	₪ 1 912 500,00
Separadores y mobiliario	₪ 80 000,00	unidad	150	₪ 12 000 000,00
Calle en una vía	₪ 115 000,00	unidad	2	₪ 230 000,00
Paso peatonal tipo cebrá	₪ 7 500,00	m2	72	₪ 540 000,00
Prohibición de giro	₪ 115 000,00	unidad	2	₪ 230 000,00
			Total	₪ 16 762 500,00

Se observa que la mayor parte del costo es aportado por los separadores que son necesarios para generar una barrera entre los espacios de parqueo autorizados y la infraestructura ciclista, debido a esto se propone distanciar más los separadores entre sí o utilizar otros elementos más económicos como maceteras fijas o la construcción de un bordillo a lo largo del trayecto que impida el ingreso de vehículos automotores al espacio exclusivo de bicicletas. Mientras que las tareas restantes suman ₪4.762,500 por lo que se considera viable económicamente a nivel municipal como intervención permanente. Sin embargo, se recomienda aplicar un proceso de urbanismo táctico, ya que requiere de una inversión relativamente baja [31] para corroborar que el diseño planteado es viable y eficiente. Este proceso podría llegar a ser un modelo iterativo hasta que se logre plantear una solución que cumpla con el objetivo de diseño.

## 9 Conclusiones

- Se desarrolló un manual de diseño y ejecución de calles completas acorde a las regulaciones y reglamentos de ordenamiento territorial existentes para el cantón de Curridabat.
- Mediante la información recopilada por el COSEVI a nivel nacional y puntualmente en Curridabat, se logró evidenciar que la vulnerabilidad varía según el modo de transporte que se utilice, evidenciando que factores como la velocidad, el radio de visión y la capacidad de reacción de los conductores pueden aumentar el riesgo de los modos más vulnerables como peatones, ciclistas y motociclistas.
- Comparar eficiencia y utilidad de las diferentes metodologías de tráfico calmado: Existen muchos tipos de infraestructura que permiten que los diferentes modos de transporte puedan convivir de manera segura, sin embargo, la selección de cuales tipos de intervenciones utilizar debe realizarse basado en el deseado para cada proyecto, disminución de flujo, reducción de velocidad, eliminación de conflictos o respuesta de emergencia.
- Cuantificar las intervenciones con el fin de realizar un análisis económico y su usabilidad: Según la experiencia previa de los proyectos realizados por el municipio de Curridabat, se puede identificar que las intervenciones pueden costar entre los \$40,000 y los \$7,500,000 para intervenciones puntuales, sin embargo, para una intervención de 200m lineales se puede lograr con \$16.752,500.
- El ejercicio práctico demostró que toda calle presenta deficiencia de infraestructura hacia otros modos de transporte que no sean vehículos automotores, sin embargo, con una intervención con un costo relativamente bajo puede ayudar a mejorar el entendimiento e involucrar los otros modos de transporte de manera segura y ordenada.

## 10 Recomendaciones

- El manual plantea una serie de mecanismos para la reducción de las velocidades en la ciudad que permiten una mejor distribución del espacio, se debe recalcar que no son las únicas, si se quisiera utilizar alguna otra que no se encuentre en este manual puede ser aplicada siempre y cuando se justifique su utilización.
- El manual es una guía para el desarrollador, la cual debe ser complementada con la regulación nacional existente y las mejores prácticas constructivas.
- El rediseño de los sistemas pluviales para el manejo de las aguas superficiales no fue abarcado en el proyecto, pero es de suma importancia considerar las mejoras necesarias a realizar, principalmente en un clima tan lluvioso como en Costa Rica.
- Los costos calculados son aproximaciones basados en condiciones comunes no aplicaría para todos los casos en específico, pero si brindan una buena idea de la inversión a realizar por lo que se recomienda utilizarlos en etapas de prefactibilidad y detallarlo en etapas posteriores.
- Siempre incluir al usuario actual y futuro en la toma de decisiones ya que el éxito de la intervención dependerá del uso que les de la población y como se pueden ver beneficiados.

## 11 Referencias bibliográficas

- [1] CEPAL, Desarrollo sostenible, urbanización y desigualdad en América Latina y el Caribe. Santiago: Sin Editorial, 2017
- [2] D. Solano, “Anuario estadístico de accidentes de tránsito con víctimas en Costa Rica 2023” San José: COSEVI, 2024.
- [3] A. Borja, M. Soler. Cantones intermodales, cantones para la gente. San José: CFIA, 2019.
- [4] Organización Mundial de la Salud, “Las diez principales causas de defunción”, 2020. [Online] Disponible en : <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. [2024]
- [5] S. Rodríguez, S, y J. Zamora, “LM-PI-USVT-004-19 Análisis de movilidad del palimpsesto universitario en finca 1 de la Universidad de Costa Rica”. San José: UCR, 2019.
- [6] Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. Plan Integral De Movilidad Urbana Sostenible Para El Área Metropolitana De San José, Costa Rica. (PIMUS). San José: 2018.
- [7] NACTO. Global Street Design Guide. New York: 2016.
- [8] A. Leal, Y. Viramontes, & K. Aguirre. Calles completas. Ciudad de México: Ciudad Equitativa Ciudad Incluyente. Ciudad de México: 2018.
- [9] SEDATU. Manual de calles. Ciudad de México: 2018.
- [10] Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Vialidad Ciclo-Inclusiva. Santiago: 2015.

- [11] R. Acuña, H. Hernández, D. Jiménez, J. Zamora, & L. Loría. Guía de diseño y evaluación de ciclovías para Costa Rica. San José: 2016.
- [12] G. Umaña, “Evaluación de efectividad de las medidas de movilidad segura y pacificación vial en el distrito central de Curridabat”, Tesis, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, San José, 2020.
- [13] SIECA. Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial. Ciudad de Guatemala: 2011.
- [14] Municipalidad de Curridabat. Propuesta plan regulador. Construcción de obras por solicitud de la ciudadanía de Curridabat. San José: 2019.
- [15] B. Welle, Q. Liu, W. Li, R. King, C. Adriazola-Steil, C. Sarmiento & M. Obelheiro, Ciudades más seguras mediante el diseño. Washington: World Resources Institute. 2015
- [16] Pennsylvania Department of Transportation. Pennsylvania’s Traffic Calming Handbook. Pennsylvania: 2012.
- [17] LANAMME. Cruce peatonal elevado. San José: 2016.
- [18] Y. Mercado, A. Marín, R. González & G. Sherwell. Guía de diseño de infraestructura peatonal. Coahuila: Sin fecha.
- [19] J. Zamora, “Diseño de infraestructura peatonal”. Curso de seguridad vial, San José, Costa Rica, 13 de octubre de 2020.
- [20] INTECO. INTE W85:2020 Infraestructura para la movilidad peatonal. San José: 2020.
- [21] J. Ploeger, P. Kroeze, R. Ditewig, A. Dijkstra, T. Godefrooij, J. Immerzeel & T. Zeegers, Manual de diseño para el tráfico de bicicletas. CROW. Netherlands: 2006.

- [22] CROW. Road safety Manual. Netherlands: 2009.
- [23] J. Murillo Hidalgo. Guía técnica de diseño para infraestructura ciclista. San José: MOPT, 2019.
- [24] ITDP. Manual Ciclo ciudades. Ciudad de México: 2011.
- [25] Editorial, “Déficit de oficiales de tránsito” La Nación para 19 de Febrero de 2024. [Online] Disponible en : <https://www.nacion.com>
- [26] Boston Transportation Department. Boston Complete Streets. Boston: 2013.
- [27] S. Rodriguez, & J. Zamora, J. “Análisis de movilidad del acceso de la facultad de Ciencias Sociales en la finca 2 de la Universidad de Costa Rica sede Rodrigo Facio”. San José: LANAMME, 2018.
- [28] CONASET. Guía de criterios para la aplicación, ubicación, diseño y señalización de medidas para el tráfico calmado. Santiago: 2010.
- [29] SIECA. Manual Centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales. Ciudad de Guatemala: 2004.
- [30] T. Araya, Guía de diseño para facilidades peatonales con un caso de estudio en el distrito de San Pedro de Montes de Oca. San José: 2015.
- [31] M. Lydon & T. García. *Tactical urbanist’s guide to materials and design*. New York: 2016

## 12 Apéndice

### A) Aforo peatonal en la zona de estudio

Formulario para aforo peatonal									Fecha: 03/10/2019
Estudio de movilidad									
Nº de Intersección									8
Hora de inicio:									6:30 - 8:30am
Hora final:									4:30 - 6:30pm
Horario (cada 15 min)	A-B	B-A	B-C	C-B	C-D	D-C	D-A	A-D	
<b>Mañana</b>	<b>93</b>								
6:30-6:45	1	1	7	3	0	0	0	0	
6:45-7:00	0	0	1	3	0	0	0	0	
7:00-7:15	0	0	5	2	0	0	0	0	
7:15-7:30	0	0	9	4	0	0	0	0	
7:30-7:45	0	0	14	6	0	0	0	0	
7:45-8:00	0	0	12	7	0	0	0	0	
8:00-8:15	0	0	6	4	0	0	0	0	
8:15-8:30	0	0	5	3	0	0	0	0	
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>59</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Horario (cada 15 min)	A-B	B-A	B-C	C-B	C-D	D-C	D-A	A-D	
<b>Tarde</b>	<b>208</b>								
4:30-4:45	0	0	9	2	1	1	0	0	
4:45-5:00	0	0	7	16	0	0	0	0	
5:00-5:15	0	0	11	23	0	0	0	0	
5:15-5:30	0	0	14	14	0	0	0	0	
5:30-5:45	0	0	20	22	0	0	0	0	
5:45-6:00	0	0	8	19	0	0	0	0	
6:00-6:15	0	0	13	10	0	0	0	0	
6:15-6:30	0	0	9	9	0	0	0	0	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>91</b>	<b>115</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Observaciones:									<p>El cruce AD-DA no existe por lo tanto los resultados son 0</p> <hr/> <p>El conteo fue realizado pre-pande_mia</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

## B) Aforo ciclista en la zona de estudio

Conteo ciclista - Datos referencia								
						Fecha	22/5/2021	
Vialidad:	C087	entre	RN02	y	T083			
Hora inicio:	09:00am							
Hora fin:	10:00am							
Número	Intervalos @15min	Tipo	Sexo	Edad (años)	Accesorios	Circulación		
			1. Hombre	1. 0 - 9	1. Casco	1. Aceras		
		1. Montaña		2. 10 a 19		2. Ciclovía		
		2. Urbana		3. 20 a 29	2. Luces	3. Carril veh		
		3. Plegable	2. Mujer	4. 30 a 39				
		4. Ruta		5. 40 a 49	3. Casco y luces	4. Contravía		
		5. Bici pública		6. > a 50				
1		1	1	3	1	3		
2		1	1	3	1	3		
3		4	1	3	1	3		
4		4	2	4	1	3		
5		4	1	4	1	3		
6		1	2	3	3	3		
7		2	1	3	1	3		
8		1	2	3	1	3		
9		1	2	3	1	4		
10		4	1	3	1	3		
11		4	1	3	3	3		
12		4	1	3	1	3		
13		4	1	4	1	3		
14		1	1	3	1	4		
15		1	1	3	1	3		
16		1	1	3	1	4		
17		4	1	3	1	3		
18		4	1	4	1	3		
19		1	1	3	1	3		
20		1	2	3	1	3		
21		1	1	3	1	4		
22		4	1	3	1	3		
23		4	1	3	1	3		
24		4	2	3	3	3		
25		4	1	4	1	3		

Aforador: \_\_\_\_\_ Martín Umaña Barrios \_\_\_\_\_