

**Medio de Verificación correspondiente al 4° Trimestre 2025
5339 - Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo**

Informe Semestral de Auditorías concluidas en materia Movilidad y Seguridad Vial, emitido por la Dirección de Estudios y Proyectos de la Movilidad y publicado en la página web del Instituto de Movilidad.

<https://groo.gob.mx/imovegroo/medios-de-verificacion-2025/>

Programa Presupuestario:	C006 - Inspección, Vigilancia y Regulación de la Movilidad.
Resumen narrativo del nivel reportado:	C01.A02 - Elaboración de Auditorías de Movilidad y Seguridad Vial en el Estado.
Indicador:	IVyRMC01A02 - Porcentaje de Auditorías concluidas en materia Movilidad y Seguridad Vial.
Método de Cálculo:	(No. de auditorías viales municipales terminadas / No. de auditorías viales municipales establecidas) *100
Unidad Responsable del Indicador:	1402 - Dirección de Estudios y Proyectos de Movilidad.
Liga de Publicación del Medio de Verificación:	https://imovegroo.groo.gob.mx/medios-de-verificacion-2025/

Datos de las variables reportadas

Numerador: No. de auditorías viales municipales terminadas.

Denominador: No. de auditorías viales municipales establecidas.

Descripción de Resultados

Se informa el cumplimiento de la meta programada de 2 auditorías viales en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, cuyos avances se encuentran descritos en la tarjeta informativa que tiene por objeto cumplir con la evidencia programa respecto al Informe de Acción.

Tipo de evidencia: Informe de Acción.

Elabora

Ing. Julio César Paz Zepeda
**Jefe de Departamento de Estudios
Técnicos de Rutas y Tarifas Zona
Norte**

Reviso y Autorizo

Urb. Aldo Alaniz Jiménez González
**Director de Estudios y Proyectos
de Movilidad**

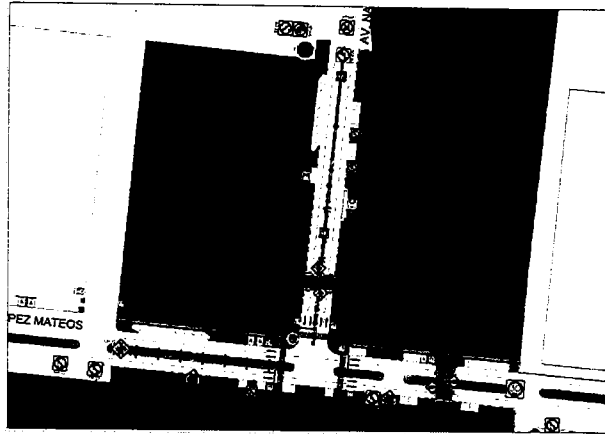
Tarjeta Informativa

Porcentaje de Auditorías concluidas en materia Movilidad y Seguridad Vial.

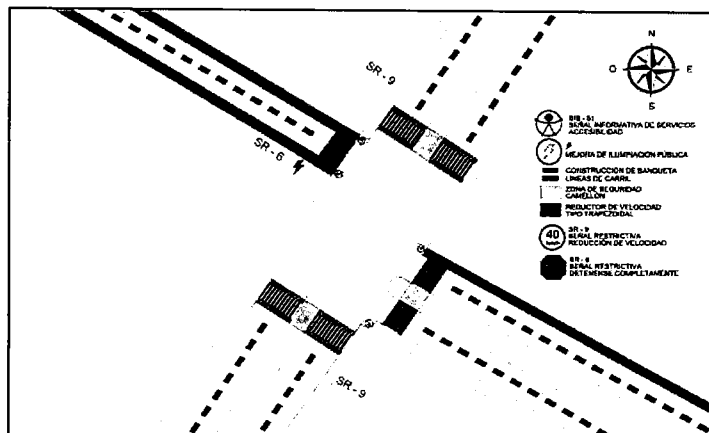
En referencia al Programa Presupuestario E066 - G006 - Inspección, Vigilancia y Regulación de la Movilidad; Actividad F.P.C01.A02 - Elaboración de Auditorías de Movilidad y Seguridad Vial en el Estado; Indicador IVyRMC01A02 - Porcentaje de Auditorías concluidas en materia Movilidad y Seguridad Vial.

Al respecto se informa que se realizaron 3 auditorías en la ciudad de Chetumal, Quintan Roo ubicadas en las intersecciones de la Av. Nápoles y Av. López Mateos; la Av. Centenario Calzada Cedro, Chetumal, Quintana Roo; y la Av. Álvaro Obregón y Av. Revolución. Estas auditorías fueron realizadas en colaboración con estudiantes del Instituto Tecnológico de Chetumal, como parte de su residencia profesional.

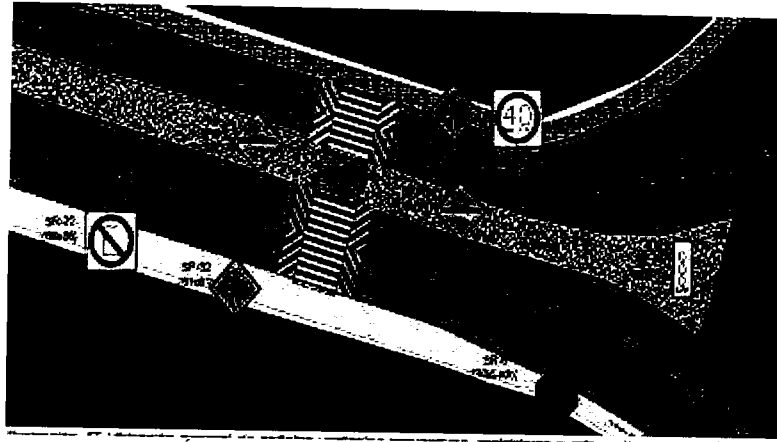
Imágenes de las propuestas de intervención:



Av. Nápoles y Av. Adolfo López Mateos.



Av. Av. Centenario y Calzada Cedro.



Av. Álvaro Obregón Oriente y Av. Revolución.

ELABORÓ

Ing. Julio Cesar Paz Zepeda
Jefa de Departamento de Estudios Técnicos
de Rutas y Tarifas Zona Norte

REVISÓ Y AUTORIZÓ

Urb. Aldo Alaniz Jiménez González
Director de Estudios y
Proyectos de Movilidad



Instituto Tecnológico de Chetumal
Residencia Profesional



“Auditoría de movilidad y seguridad vial en la intersección de Av. Nápoles y Av. López
Mateos, Chetumal, Q. Roo”

Alumno:

IRAN AMIN PEREZ MENDOZA

Número de control:

21390455

Carrera: Ingeniería Civil

Asesor Interno:

M. E. S. P. Ing. Roberto Mena Rivero.

Asesor Externo:

Ing. Jesús Manuel Pech Espinosa (IMOVEQROO)

Fecha de entrega: Chetumal, Quintana Roo a 17 de diciembre del 2025

Índice	
Agradecimientos	4
Resumen	5
Capítulo 1. Introducción	6
1.1 Definición de las variables de estudio	6
1.2 Planteamiento del problema	7
1.2.1. Contextualización del problema de movilidad en Chetumal	7
1.3 Preguntas de investigación	12
1.4 Situación actual de la intersección Av. Nápoles – Av. López Mateos	14
1.5 Justificación del estudio	15
1.6 Alcance del informe	16
1.7 Estructura general del documento	17
Capítulo 2. Antecedentes, Marco Teórico y Marco Normativo	19
2.1 Antecedentes	19
2.1.1 Antecedentes nacionales y estatales	19
2.1.2 Antecedentes internacionales	20
2.2 Fundamentos teóricos y conceptuales	21
2.2.1 Auditoría Técnica de Seguridad Vial (ATSV): concepto y función	21
2.2.2 Diseño geométrico, control de velocidad y seguridad en intersecciones	22
2.2.3 Infraestructura peatonal y accesibilidad universal como condición de seguridad	22
2.2.4 Visibilidad: distancia de detención y distancia de decisión	23
2.2.5 Señalización y dispositivos: criterios mínimos verificables	23
2.2.6 Operación vehicular: volumen, y desempeño de la intersección	23
2.2.7 Trazabilidad teoría–variable–dimensión–indicador	24
2.3 Marco normativo aplicable	25
2.3.1 Marco normativo nacional	25
2.3.2 Marco normativo estatal (Quintana Roo)	26
2.3.3 Marco normativo municipal (Othón P. Blanco)	27
2.4 Definición operativa de variables, dimensiones e indicadores	27
2.4.1 Ficha técnica de indicadores	29
Capítulo 3. Justificación	31
3.1 Relevancia de la intersección en el sistema vial de Chetumal	31
3.2 Problemas preliminares identificados	31

3.3 Impacto potencial de los resultados en la comunidad	32
Capítulo 4. Objetivos de estudio	34
Objetivo General	34
Objetivos Específicos.....	34
Capítulo 5. Metodología	35
5.1. Tipo de estudio y enfoque	35
5.2. Etapas de la auditoría vial aplicada.....	36
5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
5.3.1. Levantamiento geométrico del cruce.....	38
5.3.2. Aforos vehiculares.....	39
5.3.3. Aforos peatonales	39
5.3.4. Observación estructurada de conflictos viales	40
5.3.5 Inventario y evaluación de señalización vial	40
5.4. Cronograma de actividades.....	41
5.5. Criterios de análisis técnico.....	42
Capítulo 6. Resultados	44
6.1 Caracterización física de la intersección	44
6.2 Resultados del aforo vehicular	56
6.3 Resultados del aforo peatonal	65
6.4 Evaluación de señalización	69
6.5 Análisis estadístico de siniestros viales a partir de fuentes oficiales	76
6.5.1. Análisis estadístico de siniestros viales a partir de datos del INEGI	76
6.5.2. Análisis estadístico de siniestros viales a partir de datos de la SSC	81
6.6 Identificación de zonas de riesgo o conflicto vial.....	88
6.6.1. Registro y cuantificación de conflictos viales.....	88
6.6.2. Clasificación de zonas de riesgo	91
6.7 Diagnóstico general de movilidad y seguridad vial	94
Capítulo 7. Discusión	95
7.1 Interpretación de los hallazgos frente a normativas.....	95
7.2 Comparación con estándares y casos similares	96
7.3 Propuestas técnicas de mejora vial (corto y mediano plazo).	98
7.3.1 Rediseño geométrico de las secciones transversales.....	98
7.3.2 Gestión de la velocidad y cruces peatonales seguros.....	98

7.3.3 Accesibilidad universal en esquinas y frentes de equipamientos.....	99
7.3.4 Ordenamiento del estacionamiento y bahía de ambulancias	100
7.3.5 Reordenamiento de paradas de transporte público y conectividad peatonal	101
7.3.6 Sistema integral de señalización y marcas viales.....	102
7.4 Limitaciones del estudio	106
8.1 Conclusiones generales del diagnóstico	107
8.2 Recomendaciones para el gobierno municipal o tránsito	109
8.3 Aportes del estudio para futuras intervenciones.....	110
Capítulo 9. Fuentes de información.....	112
9.1 Normativas oficiales	112
9.2 Bibliografía técnica y científica.....	112
9.3 Manuales especializados.....	112
9.4 Referencias en formato APA 7ª edición	112
Capítulo 10. Anexos.....	116
Anexo A. Formato de aforo vehicular (15 min).....	116
Anexo B. Formato de aforo peatonal (15 min).....	116
Anexo C. Formato de verificación físico geométrico de la intersección	117
Anexo D. Formato de inventario y evaluación de señalización.....	117
Anexo E. Formato de cuantificación de conflictos viales	117
Anexo F. Formato de Matriz de evaluación del nivel de riesgo por zona	118

Agradecimientos

Agradezco al Instituto Tecnológico de Chetumal (TecNM) por el respaldo institucional brindado para la realización de esta residencia profesional. Asimismo, expreso mi reconocimiento al Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo (IMOVEQROO) por las facilidades y orientación proporcionadas, las cuales contribuyeron al desarrollo del trabajo. De igual forma, agradezco a mis compañeras y compañeros de la carrera por el apoyo, colaboración y retroalimentación compartida durante el proceso. Finalmente, agradezco a mi familia por su acompañamiento, comprensión y apoyo constante, fundamentales para la culminación de este informe.



Resumen

El presente informe documenta una auditoría de movilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nápoles y Adolfo López Mateos, frente al hospital del IMSS en Chetumal. El objetivo fue evaluar la seguridad vial del cruce mediante el análisis de su geometría, operación, flujos peatonales y vehiculares, siniestros y señalización. Se aplicaron aforos direccionales, observación estructurada en campo y revisión normativa, integrando un análisis descriptivo de los datos. La intersección concentra hasta 291 veh/h en la aproximación Nápoles y registra 30 siniestros en el periodo 2019-2024 según datos de la SSC, predominando accidentes de motocicleta con lesionados. Se identificaron zonas críticas asociadas a giros a la izquierda, estacionamiento indebido y cruces peatonales sin protección. El diagnóstico permitió formular un conjunto de intervenciones priorizadas orientadas a reducir el riesgo vial y mejorar la operación del entorno hospitalario.

Palabras clave: auditoría de seguridad vial; movilidad urbana; intersección; siniestros viales; Chetumal.

Capítulo 1. Introducción

1.1 Definición de las variables de estudio

La variable central de este estudio es la seguridad vial de la intersección Nápoles–López Mateos, entendida como el conjunto de condiciones de infraestructura, operación y gestión que influyen en la probabilidad y gravedad de los siniestros de tránsito que afectan a todos los usuarios de la vía. Este enfoque es coherente con el paradigma de “sistema seguro”, que considera las muertes y lesiones graves como eventos prevenibles a través del diseño de infraestructura, la gestión de la velocidad y la protección de usuarios vulnerables (OMS, 2021; OPS/PAHO, 2023).

En términos de movilidad urbana, se asume que la intersección forma parte de un sistema de desplazamientos cotidianos donde la accesibilidad a servicios de salud, educación y comercio es un elemento clave del bienestar de la población. Los patrones de viaje en ciudades mexicanas de tamaño medio muestran una alta dependencia del transporte público y de los modos peatonales, con fuertes desigualdades en el acceso seguro al espacio vial (Gobierno de México, 2018; Obregón-Biosca & Betanzo-Quezada, 2015).

Operativamente, la seguridad vial en el cruce se descompone en cuatro dimensiones:

1. Geometría vial de la intersección, que incluye el ancho de carriles, radios de giro, secciones transversales, configuración de esquinas y continuidad de banquetas. Los criterios adoptados se basan en el Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas y en la NOM-004-SEDATU-2023, que establecen parámetros para el diseño de vías urbanas accesibles y seguras (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU] & Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2019; SEDATU, 2023).
2. Operación vehicular y peatonal, medida a partir de volúmenes, composición del tránsito, tiempos de cruce y presencia de maniobras conflictivas. Este análisis se enmarca en las recomendaciones de gestión de la movilidad y la seguridad vial presentadas en la Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023–2042 (SEDATU, 2023) y en planes de movilidad urbana sustentable en ciudades mexicanas (Gobierno de Mérida, 2024; Gobierno de México, 2018).
3. Conflictos viales, entendidos como eventos de “casi colisión” o maniobras de riesgo que anticipan la ocurrencia de siniestros. Su identificación se apoya en metodologías de observación estructurada desarrolladas para auditorías viales y estudios de movilidad urbana

(Ajila Jumbo, 2024; ITDP México, 2024; Universidad de Sonora [UNISON HG], s. f.; Dos Santos, 2022).

4. Señalización y dispositivos de control del tránsito, que abarcan señales verticales, marcas en pavimento, semaforización, dispositivos de velocidad y elementos de apoyo a la accesibilidad universal. La evaluación se realiza contrastando la situación observada con la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, el Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras y el Manual de señalización vial 2023 (SICT & SEDATU, 2022; SEDATU, 2023).

A partir de estas dimensiones se definen indicadores operativos que permiten caracterizar el nivel de seguridad vial del cruce y establecer una base objetiva para las propuestas de intervención.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1. Contextualización del problema de movilidad en Chetumal

A nivel internacional, la seguridad vial se ha reconocido como un problema de salud pública y desarrollo que exige respuestas integrales de política pública y de diseño de infraestructura. El Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021–2030 plantea la meta de reducir de manera significativa las muertes y lesiones graves por siniestros viales mediante la adopción del enfoque de sistemas seguros y la priorización de usuarios vulnerables (OMS, 2021). En las Américas, se ha documentado que la velocidad inadecuada, la falta de infraestructura segura y el diseño centrado en el automóvil son factores clave en la persistencia de altos índices de mortalidad vial (OPS/PAHO, 2023; ITF/OCDE, 2020).

En América Latina, informes recientes señalan que, pese a algunas mejoras normativas, la región mantiene tasas de mortalidad vial superiores al promedio mundial, con especial impacto en peatones, ciclistas y motociclistas. El Benchmarking de la seguridad vial en América Latina muestra que los países con mejores resultados son aquellos que han avanzado en auditorías de seguridad vial, gestión de la velocidad y priorización de modos activos en el diseño urbano (ITF/OCDE, 2020). Paralelamente, distintas guías técnicas han sistematizado metodologías para la implementación de auditorías y medidas de seguridad vial urbanas adaptadas al contexto regional (Pineda et al., 2018; Dos Santos, 2022; WRI, s. f.).

En México, diagnósticos recientes muestran que una parte importante del espacio urbano se ha destinado históricamente a la circulación de vehículos privados, mientras los proyectos de movilidad urbana sustentable y seguridad vial han recibido una fracción menor del gasto público (Gobierno de

México, 2018). A pesar de ello, la mayoría de los viajes diarios se realizan en transporte público y a pie, lo que evidencia una brecha entre la distribución real de los modos y las prioridades de inversión y diseño (Gobierno de México, 2018; Obregón-Biosca & Betanzo-Quezada, 2015).

La Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023–2042 establece como ejes centrales la protección de usuarios vulnerables, la adopción de criterios de accesibilidad universal y la implementación de infraestructura segura en entornos urbanos críticos, incluyendo hospitales, escuelas y corredores con alta demanda peatonal (SEDATU, 2023). Este marco estratégico se articula con la actualización de normas técnicas como la NOM-004-SEDATU-2023 y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que precisan criterios geométricos, de operación y de señalización para vías urbanas (SEDATU, 2023; SICT & SEDATU, 2022).

En el plano estatal, la Ley de Movilidad del Estado de Quintana Roo refuerza el enfoque de movilidad segura y sustentable, asignando responsabilidades explícitas a los municipios en la gestión de intersecciones urbanas y en la protección de usuarios vulnerables (Congreso del Estado de Quintana Roo, 2025). Documentos estratégicos como el Programa Integral de Seguridad Vial de Quintana Roo y la Cartera de proyectos estratégicos 2025 plantean la necesidad de intervenir puntos de alta concentración de siniestros y entornos hospitalarios como prioridades de política pública (IMOVEQROO, 2025a, 2025b).

Chetumal, como ciudad media, comparte patrones de expansión urbana dispersa, motorización creciente y dependencia del transporte público y peatonal que han sido descritos en otros contextos urbanos mexicanos (Gobierno de México, 2018; Obregón-Biosca & Betanzo-Quezada, 2015). En este marco, la intersección de avenida Nápoles con avenida López Mateos destaca por su proximidad a equipamientos de salud y educación, así como por concentrar paradas de transporte público, giros a la izquierda, cruces peatonales informales y estacionamiento en la vía. Estas características la convierten en un punto de potencial conflicto entre flujos vehiculares de paso, maniobras de acceso a equipamientos y desplazamientos peatonales vulnerables.

Aunque existen guías metodológicas para la realización de auditorías viales y diagnósticos de seguridad de la infraestructura (CONASET, s. f.; Gobierno de Argentina, s. f.; Pineda et al., 2018; Universidad de Sonora [UNISON HG], s. f.), en el contexto específico de Chetumal no se cuenta con estudios publicados que documenten de manera detallada la seguridad vial de la intersección Nápoles–López Mateos, ni que integren análisis geométrico, operativo, de conflictos viales y de señalización conforme a la normativa vigente. Este vacío de investigación justifica la realización de

una auditoría técnica en el crucero, como insumo para la toma de decisiones municipales y estatales en materia de movilidad y seguridad vial.

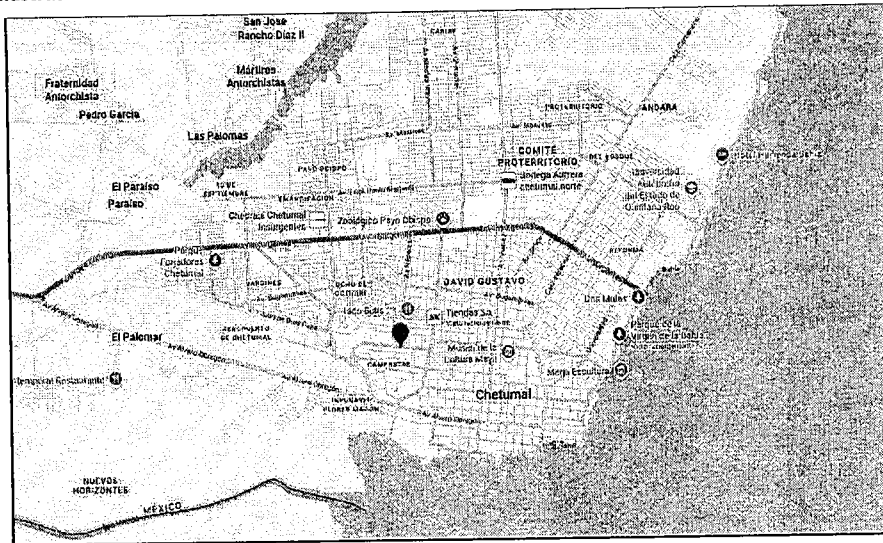
La Ilustración 1 muestra la localización de la ciudad de Chetumal en su contexto urbano general, permitiendo situar el área de estudio dentro de la traza vial principal de la ciudad y su relación con las avenidas estructurantes del sistema de movilidad. A partir de esta vista general se reconoce que la intersección analizada forma parte de un corredor urbano relevante para la conexión de distintos barrios y equipamientos de servicios.

En la Ilustración 2 se presenta un acercamiento a la colonia Italia, delimitando el polígono barrial que abarca la intersección de estudio. Esta vista permite identificar el tejido urbano inmediato, el patrón de manzanas, la red de calles locales y la ubicación relativa de la intersección dentro de la colonia, lo que ayuda a comprender su importancia como punto de acceso y distribución interna del tráfico vehicular y peatonal.

La Ilustración 3 realiza un nuevo acercamiento, con un nivel de zoom intermedio, en el que se destaca específicamente el entorno inmediato de la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos. En esta imagen se distinguen con mayor claridad los trazos de ambas vialidades, los sentidos de circulación y la forma del crucero, sin perder del todo la referencia al contexto barrial que lo rodea.

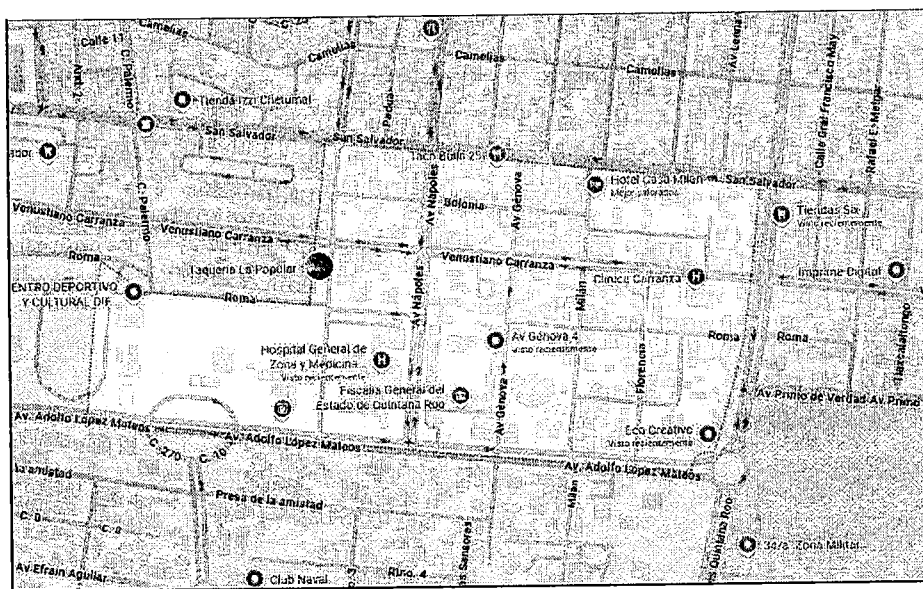
Finalmente, en la Ilustración 4 se muestra un acercamiento detallado de la intersección Nápoles–López Mateos, en el que se aprecian con precisión los carriles de circulación, los sentidos de cada aproximación, los camellones centrales, las banquetas y los accesos peatonales, así como los principales equipamientos y usos de suelo circundantes, entre ellos el hospital, las instalaciones de la fiscalía general de la República y diversos comercios de la zona. Esta vista a detalle permite comprender la configuración geométrica del crucero y su entorno inmediato, y sirve como base para el análisis de movilidad y seguridad vial que se desarrolla en los capítulos posteriores.

Ilustración 1. Localización de la intersección Nápoles–López Mateos en el contexto urbano de Chetumal.



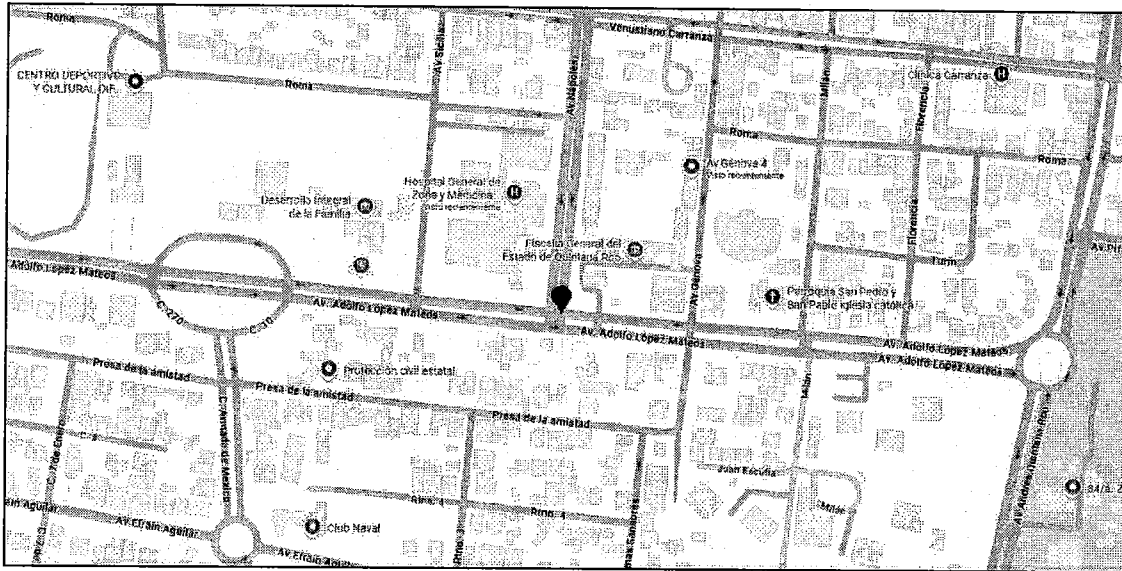
Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

Ilustración 2. Localización de la intersección Nápoles–López Mateos en la colonia Italia.



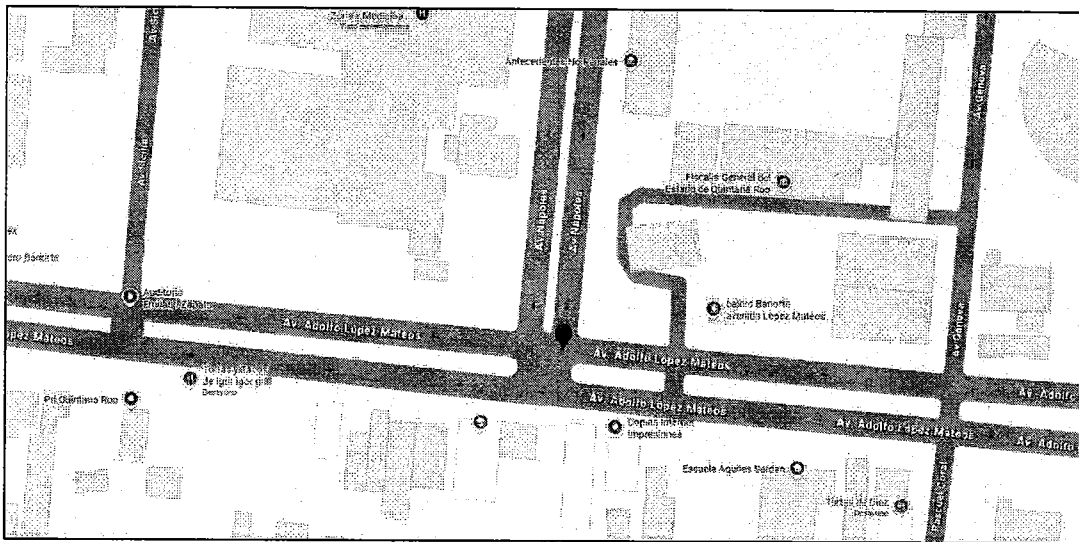
Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

Ilustración 3. Intersección Nápoles–López Mateos



Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

Ilustración 4. Intersección Nápoles–López Mateos más precisa



Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

En la Ilustración 4 se presenta la localización puntual y la configuración operativa del nodo central de la intersección Nápoles–Adolfo López Mateos, donde se aprecian los sentidos de circulación por carril y la distribución general de elementos del entorno inmediato relevantes para la auditoría. La lectura espacial del punto permite identificar generadores de viaje y focos de interacción vehículo–peatón que condicionan la operación del cruce y la exposición al riesgo.

En el área de influencia directa destacan como equipamientos críticos para el estudio el Hospital General de Zona y Medicina Familiar del IMSS, la fiscalía general del Estado de Quintana Roo y la Escuela Aquiles Serdán, por su capacidad de atracción de viajes, presencia de usuarios vulnerables y demanda recurrente de ascenso y descenso. De forma complementaria, a una vialidad de distancia se ubican el DIF y una parroquia, los cuales también aportan flujos peatonales y vehiculares en horarios específicos. Asimismo, sobre la avenida Adolfo López Mateos se identifica un corredor de actividad comercial con servicios de alimentación, impresiones, farmacia y una tienda de conveniencia, entre otros establecimientos, que incrementan la intensidad de accesos, paradas breves y cruces por línea de deseo. En conjunto, estos elementos justifican la necesidad de interpretar la intersección no solo como un punto de circulación, sino como un nodo de alta fricción operativa y alta interacción multimodal, determinante para el diagnóstico de seguridad vial.

1.3 Preguntas de investigación

Pregunta general

¿Cuáles son las condiciones actuales de movilidad y seguridad vial en la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos, en Chetumal, identificadas mediante una auditoría técnica de campo y el análisis de la siniestralidad registrada?

Preguntas específicas de investigación

- ¿Cuáles son los volúmenes de tránsito vehicular y peatonal que se registran en la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos, en horarios representativos, expresados en vehículos por 15 minutos (veh/15 min) y peatones por 15 minutos (peat/15 min) por aproximación?
- ¿Cuál es el estado actual de la geometría vial, la visibilidad y la señalización en cada aproximación de la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos, considerando criterios de conformidad (cumple/no cumple, OK/No OK) respecto a los lineamientos aplicables de diseño y seguridad vial?
- ¿Cuál ha sido el comportamiento de la siniestralidad vial asociada a la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos en el periodo 2019–2024, en términos

de la frecuencia de siniestros, el tipo de hechos y los usuarios involucrados, con base en registros de fuentes oficiales?

- ¿Qué zonas de conflicto o riesgo vial se identifican dentro de la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos y cómo se clasifican según niveles de riesgo (bajo, medio, alto) en función de los flujos observados, las condiciones geométricas, la cercanía a equipamientos sensibles (hospital, escuela) y las deficiencias de señalización?
- ¿Qué medidas de intervención técnica y factible pueden proponerse para la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos, a fin de reducir los riesgos y mejorar la movilidad, y cómo pueden priorizarse dichas medidas en función del nivel de riesgo, la exposición de usuarios vulnerables y la viabilidad de implementación?

Con el fin de asegurar la congruencia entre los objetivos específicos, las preguntas de investigación, las técnicas de recolección de información y los capítulos de resultados, se elaboró una matriz de trazabilidad que se presenta en la Tabla 1. En ella se muestra cómo cada objetivo específico (OE1–OE5) se vincula con su pregunta asociada, con las técnicas e instrumentos utilizados en campo y con el tipo de análisis realizado en los capítulos 6 y 7. Esta matriz permite verificar que todas las actividades metodológicas se orientan directamente al cumplimiento de los objetivos planteados y a la obtención de resultados evaluables.

Tabla 1. Matriz de Trazabilidad (Objetivos-Preguntas-Técnicas-Resultados)

Objetivo específico	Pregunta específica asociada	Técnicas e instrumentos principales	Tipo de análisis / Capítulo de resultados
OE1. Caracterizar físicamente la intersección...	P2. Estado de geometría, visibilidad y señalización (cumple/no cumple)	Levantamiento de campo, croquis, ortofotografías, registro fotográfico, listas de verificación.	Análisis descriptivo de características físicas y señalización. Cap. 6.1 (Caracterización física) y 6.4 (Diagnóstico de señalización).
OE2. Cuantificar los flujos vehiculares y peatonales...	P1. Volúmenes vehiculares y peatonales (veh/15 min, peat/15 min)	Aforos direccionales en campo, formatos de conteo, hojas de cálculo.	Estadísticos descriptivos (frecuencias, tasas, gráficos) de volúmenes. Cap. 6.2 y 6.3.
OE3. Analizar la siniestralidad vial asociada...	P3. Comportamiento de la siniestralidad 2019–2024	Revisión de bases de datos oficiales,	Análisis descriptivo de siniestros (frecuencia, tipo, usuarios). Cap. 6.5.

		georreferenciación, fichas de registro.	
OE4. Identificar y clasificar zonas de conflicto o riesgo vial...	P4. Zonas de riesgo y su clasificación (bajo/medio/alto)	Integración de resultados de OE1–OE3, observación estructurada, elaboración de mapa de riesgo, matriz de deficiencias.	Síntesis diagnóstica de puntos críticos. Cap. 6.6 (Zonas de riesgo) y 6.7 (Diagnóstico general).
OE5. Formular y priorizar propuestas técnicas de intervención...	P5. Medidas de intervención y priorización según riesgo y factibilidad	Matriz de priorización de medidas (criterios de riesgo, urgencia, factibilidad, costo relativo), revisión de guías y normas de diseño seguro.	Propuesta de intervenciones y jerarquización. Cap. 7.3 (Propuestas técnicas) y Cap. 8 (Conclusiones y recomendaciones).

Fuente: Elaboración propia a partir del diseño metodológico del estudio.

1.4 Situación actual de la intersección Av. Nápoles – Av. López Mateos

La intersección de avenida Nápoles con avenida López Mateos se localiza en un entorno urbano con presencia de equipamientos de salud, educativos y comercios de escala barrial, lo que genera una combinación de flujos vehiculares, peatonales y de transporte público durante la mayor parte del día. A partir de recorridos de campo se observa una sección vial dominada por el automóvil particular, con carriles de circulación de ancho variable, radios de giro cerrados en algunas aproximaciones y banquetas discontinuas o invadidas por estacionamiento en determinados frentes. Estas condiciones contrastan con los criterios de diseño de secciones, esquinas y trayectos peatonales continuos establecidos en el Manual de calles y en la NOM-004-SEDATU-2023 (SEDATU & BID, 2019; SEDATU, 2023).

En la operación vehicular se identifican colas en horas pico en los accesos con mayor demanda, maniobras de giro a la izquierda sin carriles exclusivos, cruces de peatones fuera de zonas marcadas y circulación de ambulancias que requieren prioridad en el acceso al equipamiento de salud. La coexistencia de estas maniobras en una intersección sin un control claro de velocidades ni jerarquización explícita de movimientos aumenta la probabilidad de conflictos viales, tal como ha sido documentado en estudios sobre intersecciones urbanas en otros contextos latinoamericanos (García, 2015; Loaiza, 2015; Ajila Jumbo, 2024).

En cuanto a la señalización, se detectan deficiencias en la ubicación, visibilidad y estado físico de señales verticales, así como ausencia o desgaste de marcas en pavimento en algunos cruces peatonales y límites de carril. La comparación preliminar con los criterios de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, el Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito y el Manual de señalización vial 2023 sugiere incumplimientos en la jerarquización de señales, el uso de dispositivos de moderación de velocidad y la incorporación de criterios de accesibilidad universal (SICT & SEDATU, 2022; SEDATU, 2023).

Esta situación hace evidente la necesidad de un diagnóstico estructurado que, más allá de describir el estado actual, cuantifique volúmenes vehiculares y peatonales, identifique y clasifique conflictos viales y valore el grado de cumplimiento normativo de la geometría y la señalización, para orientar decisiones de intervención en la intersección.

1.5 Justificación del estudio

La problemática de la seguridad vial y de la movilidad urbana ha sido reconocida a nivel internacional como un desafío prioritario debido al elevado número de fallecimientos y lesiones graves asociados a los siniestros de tránsito, especialmente en entornos urbanos. Organismos multilaterales han señalado que la adopción de medidas basadas en evidencia —como las auditorías de seguridad vial y los diagnósticos integrales de infraestructura— constituye una de las estrategias más efectivas para reducir el riesgo y orientar intervenciones de mejora en puntos críticos de la red vial (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Organización Panamericana de la Salud, 2023). En este marco, las intersecciones urbanas con alta concentración de flujos y usuarios vulnerables se consideran nodos prioritarios de intervención, dado su peso en la ocurrencia de conflictos y siniestros.

En el contexto estatal, el Programa Integral de Seguridad Vial de Quintana Roo establece la necesidad de identificar e intervenir intersecciones urbanas donde convergen altos volúmenes de vehículos y peatones, infraestructura deficiente y condiciones de riesgo para usuarios vulnerables. El documento enfatiza la importancia de contar con estudios técnicos que permitan caracterizar la situación actual, identificar no conformidades de diseño, visibilidad y señalización, y proponer medidas de mejora factibles en términos técnicos y financieros (Instituto de Movilidad de Quintana Roo, 2025). La intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos, en Chetumal, responde precisamente a este perfil de nodo estratégico y problemático dentro de la red vial urbana, por lo que su análisis detallado aporta insumos concretos para la implementación de dicho programa estatal.

Desde la perspectiva del diseño y la gestión de la infraestructura urbana, la literatura técnica reciente ha demostrado que la aplicación sistemática de principios de “diseño seguro” —calmado de tráfico,

secciones coherentes con la velocidad objetivo, cruces peatonales legibles, prioridad a usuarios vulnerables— contribuye de manera significativa a la reducción de siniestros y a la mejora de la calidad del espacio público (World Resources Institute, s. f.). Sin embargo, la adopción de estos principios requiere, como paso previo, diagnósticos que integren información geométrica, operativa y de seguridad en puntos concretos de la red. En este sentido, la auditoría de movilidad y seguridad vial propuesta para la intersección estudiada constituye una herramienta metodológica adecuada para identificar deficiencias, cuantificar la magnitud del problema y traducir los hallazgos en líneas de intervención específicas.

El estudio se justifica también desde la perspectiva académica y profesional de la Ingeniería Civil, al aplicar y adaptar metodologías de auditoría de seguridad vial desarrolladas para el contexto latinoamericano a un caso particular en la ciudad de Chetumal. La estructura metodológica planteada —aforos vehiculares y peatonales, evaluación de geometría, visibilidad y señalización, identificación de zonas de conflicto y priorización de medidas— permite generar un procedimiento replicable en otras intersecciones urbanas con características similares. De esta forma, el trabajo no solo aporta resultados puntuales para la intersección avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos, sino que ofrece un referente de cómo integrar herramientas de auditoría en procesos de planeación y gestión de la movilidad urbana (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

Finalmente, la investigación se alinea con los objetivos generales de las políticas de seguridad vial vigentes en la región, que buscan reducir la siniestralidad y proteger de manera especial a peatones y demás usuarios vulnerables (Organización Panamericana de la Salud, 2023; Instituto de Movilidad de Quintana Roo, 2025). Al evaluar de manera integral las condiciones actuales de movilidad y seguridad vial en la intersección seleccionada, y al proponer mejoras técnicas y factibles, el estudio contribuye a la toma de decisiones informadas por parte de autoridades municipales y estatales, al mismo tiempo que fortalece la formación profesional del residente al involucrarlo en la aplicación práctica de metodologías contemporáneas de diagnóstico vial.

1.6 Alcance del informe

El presente informe se centra en la evaluación de las condiciones actuales de movilidad y seguridad vial en la intersección formada por la avenida Nápoles y la avenida Adolfo López Mateos, ubicada en la ciudad de Chetumal. El alcance espacial del estudio se limita exclusivamente a esta intersección y a los tramos inmediatos de aproximación necesarios para el levantamiento de información geométrica, de visibilidad, señalización y flujos vehiculares y peatonales. No se incluyen análisis detallados de otros cruces de la red vial urbana ni evaluaciones comparativas entre diferentes

intersecciones de la ciudad, aunque la metodología empleada es potencialmente replicable en otros puntos de la red (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

En cuanto al alcance temporal, la evaluación se basa en información obtenida mediante aforos vehiculares y peatonales, observaciones de campo y registros de conflictos realizados durante el periodo de la residencia profesional, en días hábiles y horarios representativos de operación (horas pico y periodos de demanda intermedia). El estudio no contempla la validación de variaciones estacionales ni el seguimiento posterior a la implementación de posibles mejoras, por lo que los resultados representan un diagnóstico de la situación observada en las condiciones actuales del año de ejecución del proyecto. Este enfoque es consistente con las auditorías de seguridad vial de tipo puntual, que buscan identificar riesgos y proponer medidas correctivas a partir de campañas acotadas de trabajo de campo (Dos Santos, 2022; Ajila Jumbo, 2024).

Desde el punto de vista temático y metodológico, el alcance del informe se limita a la identificación y análisis de aspectos relacionados con: i) la geometría de la intersección, ii) las condiciones de visibilidad, iii) el estado de la señalización y dispositivos de control, iv) los flujos de tránsito vehicular y peatonal, v) la presencia de conflictos o zonas de riesgo vial, y vi) la propuesta de mejoras técnicas y factibles orientadas a reducir el riesgo y mejorar la movilidad. No se abordan en detalle el diseño estructural de los pavimentos, el análisis de costos de las intervenciones propuestas, la modelación avanzada mediante micro simulación ni la evaluación de impactos ambientales. En coherencia con las guías de auditoría de seguridad vial, las recomendaciones se formulan a nivel de criterios de diseño y gestión, dejando su eventual diseño ejecutivo y programación a las instancias competentes (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Dos Santos, 2022).

Finalmente, el informe es un estudio de carácter diagnóstico y propositivo: genera un panorama integral de las condiciones actuales de la intersección y plantea un conjunto de medidas de mejora priorizadas, pero no incluye la ejecución de obras ni la verificación de resultados posteriores a la intervención. Su principal aporte radica en proporcionar una base técnica para la toma de decisiones por parte de las autoridades municipales y estatales, así como en ofrecer un procedimiento metodológico que pueda servir de referencia para futuras auditorías en intersecciones con problemáticas similares en la ciudad de Chetumal y en otros municipios de Quintana Roo (Ajila Jumbo, 2024).

1.7 Estructura general del documento

El presente informe se organiza en nueve capítulos, siguiendo una secuencia lógica que permite presentar de forma estructurada el diagnóstico técnico de la intersección vial estudiada, así como sus

implicaciones en términos de movilidad y seguridad urbana. La estructura responde al enfoque metodológico de una auditoría vial aplicada, y busca garantizar la claridad, coherencia y trazabilidad de los resultados obtenidos.

El Capítulo 1 introduce el problema de estudio, contextualiza la situación de movilidad en la ciudad de Chetumal, describe las condiciones actuales de la intersección evaluada, justifica la necesidad del estudio, delimita su alcance y presenta la organización general del documento. El Capítulo 2 desarrolla los antecedentes técnicos y teóricos que sustentan el estudio, incluyendo conceptos clave como movilidad urbana, seguridad vial, auditoría vial, normativas aplicables y experiencias similares en contextos nacionales e internacionales.

El Capítulo 3 refuerza la justificación del estudio desde una perspectiva local, considerando la relevancia estratégica de la intersección y su impacto potencial en la comunidad. El Capítulo 4 presenta los objetivos generales y específicos que orientan el desarrollo del trabajo. El Capítulo 5 detalla la metodología utilizada, incluyendo el tipo de estudio, las etapas de la auditoría vial, los instrumentos de recolección de datos y los criterios técnicos de análisis.

El Capítulo 6 presenta los resultados obtenidos en campo, organizados según las dimensiones evaluadas: flujo vehicular, flujo peatonal, estado de la señalización, geometría vial y zonas de riesgo.

El Capítulo 7 discute los hallazgos obtenidos en contraste con normativas técnicas y casos comparables, y formula propuestas de mejora vial.

El Capítulo 8 resume las conclusiones del estudio, formula recomendaciones y expone aportes útiles para futuras intervenciones. Finalmente, el Capítulo 9 incluye todas las fuentes de información utilizadas, presentadas conforme a las normas APA 7.

Capítulo 2. Antecedentes, Marco Teórico y Marco Normativo

2.1 Antecedentes

Los antecedentes permiten situar el presente estudio dentro de un conjunto de investigaciones y aplicaciones previas relacionadas con la movilidad urbana, la seguridad vial y las auditorías de intersecciones. En particular, se consideran trabajos que abordan problemas de siniestralidad en cruces urbanos, diagnósticos de flujos vehiculares y peatonales, evaluación de la señalización y la visibilidad, así como estudios que proponen metodologías de auditoría para identificar y mitigar riesgos viales. Estos antecedentes, tanto nacionales como internacionales, proporcionan referentes metodológicos y conceptuales para definir las variables, dimensiones e indicadores que se utilizarán en la auditoría de la intersección avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos, en Chetumal, y ayudan a justificar la pertinencia de aplicar un diagnóstico estructurado en este punto de la red vial (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Organización Panamericana de la Salud, 2023).

2.1.1 Antecedentes nacionales y estatales

En el contexto nacional y estatal, el Programa Integral de Seguridad Vial de Quintana Roo 2024–2027 constituye un antecedente relevante, ya que parte del problema de una siniestralidad concentrada en zonas urbanas y, particularmente, en intersecciones con alto flujo vehicular y peatonal. Su objetivo es establecer una línea de acción para reducir los siniestros de tránsito mediante la identificación de puntos críticos y la implementación de medidas de infraestructura, control y gestión (Instituto de Movilidad de Quintana Roo, 2025). Metodológicamente, el programa integra análisis de datos de siniestralidad, georreferenciación de incidentes y diagnóstico de condiciones físicas de la vía, organizando la evaluación en torno a variables como tipo de usuario afectado, características del entorno, señalización y velocidades de operación. Entre sus resultados destaca la identificación de intersecciones urbanas con condiciones deficientes de cruce peatonal y visibilidad, y como aportación para este trabajo, refuerza la necesidad de estudiar con mayor detalle cruces urbanos específicos, como el de avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos, considerando flujos, geometría, visibilidad y señalización.

Otro antecedente nacional lo representa el Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable de Mérida (PIMUS 2024), desarrollado para una ciudad intermedia mexicana con problemáticas de congestión y seguridad vial en intersecciones estratégicas. El plan parte del problema de saturación de la red vial y de la inseguridad peatonal en cruces urbanos, con el objetivo de proponer un conjunto de proyectos y medidas de gestión orientadas a un sistema de movilidad más seguro y eficiente (Gobierno de

Mérida, 2024). La metodología empleada combina encuestas de movilidad, aforos vehiculares y peatonales, análisis de capacidad y niveles de servicio, así como la identificación de puntos críticos en la red. Las variables clave incluyen volúmenes de tránsito, infraestructura peatonal, jerarquización vial y condiciones de cruce. Entre las principales conclusiones, el plan propone intervenciones en intersecciones seleccionadas mediante ajustes geométricos, mejoramiento de cruces peatonales y control de velocidades. Para el presente proyecto, este antecedente aporta una estructura metodológica basada en aforos, análisis de intersecciones y priorización de medidas que es posible adaptar a la escala de la intersección estudiada en Chetumal.

Un tercer referente nacional es el documento “Auditoría en seguridad vial con enfoque a usuarios más vulnerables”, elaborado en colaboración entre la Universidad de Sonora y el Gobierno del Estado. Este trabajo parte del problema de que gran parte de la infraestructura vial existente no considera adecuadamente las necesidades de peatones, personas con movilidad reducida y otros usuarios vulnerables, lo que se traduce en situaciones de riesgo en intersecciones y corredores urbanos (UNISON / Gobierno de Sonora, s. f.). Su objetivo es aplicar auditorías de seguridad vial con énfasis en la evaluación de cruces y trayectos utilizados por usuarios vulnerables. La metodología se basa en recorridos de campo, listas de verificación y registro fotográfico, evaluando dimensiones como continuidad de banquetas, diseño de cruces, accesibilidad y visibilidad. Entre sus resultados se identifican puntos de conflicto peatonal y se proponen mejoras de diseño y señalización. La principal aportación para el presente estudio es el enfoque en usuarios vulnerables y la forma de traducir los hallazgos de la auditoría en propuestas de intervención concretas para intersecciones urbanas.

2.1.2 Antecedentes internacionales

En el ámbito internacional, la tesis “Auditoría de seguridad vial con metodología iRAP en la Av. Universidad Politécnica Salesiana” constituye un ejemplo de aplicación de una metodología estandarizada de evaluación de riesgo a un corredor urbano con alta siniestralidad (Ajila Jumbo, 2024). El estudio parte del problema de una elevada frecuencia de siniestros que afectan a peatones y otros usuarios en una avenida urbana, con el objetivo de clasificar los tramos según su nivel de riesgo y proponer medidas correctivas. La metodología combina levantamientos detallados de la infraestructura con la codificación de variables como tipo de usuario, velocidad operativa, características de la sección transversal, presencia de pasos peatonales y señalización. Entre los resultados se identifican segmentos de mayor riesgo y se recomiendan intervenciones como cruces peatonales seguros, reducción de radios de giro y mejoramiento de la señalización. Este antecedente aporta un marco de referencia para la estructuración de variables e indicadores relacionados con geometría, visibilidad y seguridad peatonal en el presente trabajo.

Otro antecedente clave es la guía “Auditorías de seguridad vial” publicada por la CAF, que aborda el problema de la ausencia de procedimientos homogéneos para realizar auditorías de seguridad vial en países de América Latina (Dos Santos, 2022). Su objetivo es describir las fases y componentes de una auditoría, desde la planificación hasta la formulación de recomendaciones finales. La metodología que propone se organiza en etapas: análisis de información previa, inspección de campo, identificación de factores de riesgo y priorización de medidas. Las variables consideradas incluyen siniestralidad histórica, características geométricas, flujos vehiculares y peatonales, condiciones de visibilidad y presencia de dispositivos de control. Entre sus aportaciones se encuentran criterios para clasificar los riesgos y orientar las intervenciones hacia puntos críticos de la red vial. Para este proyecto, la guía de la CAF respalda la organización del proceso de auditoría en la intersección de Chetumal y orienta la forma en que se deben registrar y analizar los hallazgos.

Finalmente, el informe “Implementación de medidas de seguridad vial prioritarias en las Américas y el Caribe” sintetiza experiencias de reducción de siniestralidad mediante intervenciones focalizadas en intersecciones y corredores urbanos (Organización Panamericana de la Salud, 2023). El documento identifica el problema de altos índices de siniestros en entornos urbanos y tiene como objetivo presentar ejemplos de medidas prioritarias —como pacificación de tránsito, mejoras en cruces peatonales y gestión de velocidades— y evaluar sus impactos en distintos países de la región. Metodológicamente, se analizan estudios de caso en los que se comparan indicadores de siniestralidad antes y después de la intervención. Los resultados muestran reducciones significativas en el número de siniestros y en la gravedad de las lesiones cuando se aplican medidas de diseño seguro, control de velocidad y mejora de la infraestructura peatonal. La aportación principal para el presente estudio es la validación de que intervenciones puntuales en intersecciones pueden generar mejoras medibles en seguridad vial, lo que refuerza la justificación de proponer acciones concretas para la intersección avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos.

2.2 Fundamentos teóricos y conceptuales

2.2.1 Auditoría Técnica de Seguridad Vial (ATSV): concepto y función

Una Auditoría de Seguridad Vial es un examen formal y sistemático de un proyecto o vía existente, cuyo propósito es identificar fallas de seguridad y oportunidades de mejora antes de que se materialicen o repitan siniestros, y se caracteriza por ser realizada por un equipo independiente respecto del diseño/operación evaluada (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018) . En la misma línea, las guías de auditoría señalan que la ASV es una revisión estructurada que busca detectar

deficiencias y proponer medidas correctivas, apoyándose en listas de verificación y criterios técnicos para asegurar consistencia en el diagnóstico (Agencia Nacional de Seguridad Vial, s. f.) .

En este estudio, la ATSV se adopta como enfoque metodológico central porque permite enlazar directamente: (i) la caracterización física del cruce, (ii) la evaluación de operación (flujos), (iii) la revisión de seguridad (siniestralidad y riesgo) y (iv) la verificación de cumplimiento normativo, para culminar en una propuesta técnica priorizada.

2.2.2 Diseño geométrico, control de velocidad y seguridad en intersecciones

La teoría contemporánea de seguridad vial sostiene que la severidad de un siniestro depende fuertemente de la velocidad de impacto y de la exposición del usuario vulnerable. Se documenta que el riesgo de muerte disminuye drásticamente cuando la velocidad es menor, especialmente por debajo de 30 km/h, y que a 50 km/h el riesgo de muerte para peatones es dos veces mayor que a 40 km/h y cinco veces mayor que a 30 km/h (WRI, s. f.) . Por ello, en vías arteriales que atraviesan zonas con presencia de peatones, se recomienda diseñar para velocidades seguras, idealmente 30 km/h, ya que el riesgo crece rápidamente desde velocidades de diseño de 40 km/h (WRI, s. f.) .

En coherencia con lo anterior, la normativa urbana mexicana incorpora criterios geométricos que impactan directamente en la seguridad del cruce (por ejemplo, sección transversal, radios y elementos peatonales). Desde el enfoque de auditoría, evaluar geometría no es solo “describir” dimensiones, sino compararlas contra valores normativos y explicar cómo su incumplimiento incrementa exposición, velocidad, trayectorias de conflicto o pérdida de legibilidad del cruce.

2.2.3 Infraestructura peatonal y accesibilidad universal como condición de seguridad

La accesibilidad no es un componente “estético”; es una condición técnica mínima para que el cruce sea utilizable por todas las personas. En banquetas, por ejemplo, se establece un ancho mínimo para garantizar tránsito peatonal funcional: 1.80 m en “intensidad de uso mixto” y 2.10 m en zonas de “intensidad alta”, incluyendo entornos como hospitales y escuelas (SEDATU, 2023) . Asimismo, para el cruce peatonal se establece un ancho mínimo de 1.80 m (SEDATU, 2023) , lo que vuelve medible el indicador de “cruce seguro” y permite evaluar cumplimiento frente a lo observado en campo.

Respecto a rampas, la norma define parámetros verificables: pendiente máxima 8.33%, longitud máxima 5.00 m y ancho mínimo 1.20 m (SEDATU, 2023) . Como referencia técnica complementaria, la guía de infraestructura segura también plantea pendiente máxima 8% y ancho mínimo 1.20 m, además de considerar elementos operativos como espacio de maniobra (FONADIN/Gobierno de

México, 2022) . Estos valores justifican directamente tu indicador “rampas accesibles (%)”: no basta reportar “hay/no hay”, sino medir si cumplen los umbrales.

2.2.4 Visibilidad: distancia de detención y distancia de decisión

En intersecciones, la visibilidad se traduce en riesgo: si el conductor no dispone de distancia suficiente para percibir y reaccionar, el conflicto se vuelve inevitable o más severo. La normativa urbana establece distancias mínimas de visibilidad de detención asociadas a velocidad: por ejemplo, para 30 km/h: 25 m; 40 km/h: 35 m; 50 km/h: 45 m; 60 km/h: 65 m (SEDATU, 2023) . También establece distancias de decisión mayores (por complejidad de maniobra): para 30 km/h: 72 m; 40 km/h: 113 m; 50 km/h: 155 m; 60 km/h: 198 m (SEDATU, 2023) .

Por tanto, la visibilidad constituye un criterio normativo central en la seguridad de intersecciones. No obstante, en el presente estudio —por su carácter descriptivo—diagnóstico y por el alcance acotado del levantamiento— la visibilidad se operacionaliza mediante un indicador categórico de condición de visibilidad (campo visual libre / limitado por obstrucciones) y un dictamen de conformidad (cumple/no cumple) sustentado en lista de verificación y evidencia fotográfica. La medición metrológica de la distancia de visibilidad en metros y su contraste exacto con umbrales normativos se propone como ampliación técnica para una etapa posterior de diseño ejecutivo.

2.2.5 Señalización y dispositivos: criterios mínimos verificables

La auditoría de señalización exige comprobar ubicación, altura y anticipación. La norma establece que las señales preventivas deben colocarse antes del peligro, y en zona urbana se recomienda una distancia previa del orden de 100 a 200 m (dependiendo del tipo de señal y la velocidad) (NOM-034-SCT2/SEDATU-2022) . En cuanto a la instalación, se especifica que la altura en calles urbanas (medida al borde inferior) debe ser de 2.20 m; y si la señal va en estructura sobre la vía, la altura mínima al borde inferior debe ser 5.50 m (NOM-034-SCT2/SEDATU-2022) . Estos criterios permiten sustentar tu indicador “señalización conforme (%)” con una regla cuantificable: cada señal puede clasificarse por cumplimiento/incumplimiento en parámetros concretos.

2.2.6 Operación vehicular: volumen, y desempeño de la intersección

La teoría de evaluación operacional de intersecciones considera que su desempeño debe analizarse con variables como volumen, y condiciones de operación, y el indicador de nivel de servicio como criterio para interpretar el funcionamiento en diferentes tipos de intersección (García, 2015) .

2.2.7 Trazabilidad teoría–variable–dimensión–indicador

Tabla 2. Tabla de Trazabilidad (Teoría-Variables-Dimensiones-Indicadores).

Teoría / Enfoque	Variable asociada	Dimensión (ejemplo)	Indicador (ejemplo)
Movilidad urbana sustentable (Gobierno de México, 2018)	Flujos vehiculares y peatonales	Intensidad de tránsito	Volumen vehicular (veh/15 min); volumen peatonal (peat/15 min).
Auditorías de seguridad vial (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Dos Santos, 2022)	Condiciones de infraestructura	Geometría, visibilidad, señalización	Conformidad de visibilidad (cumple/no cumple)
Auditoría con enfoque a usuarios vulnerables (UNISON / Gobierno de Sonora, s. f.)	Accesibilidad y cruce seguro	Infraestructura peatonal y accesibilidad	% de frentes con banquetta continua; % de rampas accesibles; número de conflictos vehículo-peatón (n/h).

Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno de México (2018), World Resources Institute (s. f.), Banco Interamericano de Desarrollo (2018), Dos Santos (2022) y UNISON / Gobierno de Sonora (s. f.).

Para asegurar que el marco teórico se conecte directamente con la metodología de auditoría, se establece una trazabilidad entre los enfoques conceptuales, las variables de estudio, sus dimensiones y los indicadores que se medirán en campo. En síntesis, la movilidad urbana sustentable y los diagnósticos nacionales de movilidad justifican la inclusión de variables asociadas a flujos vehiculares y peatonales, con indicadores como volúmenes por intervalos de tiempo, que permiten caracterizar la intensidad del tránsito y su distribución temporal (Gobierno de México, 2018; Obregón-Biosca, 2015). Los principios de Sistema Seguro y diseño de calles seguras sustentan el uso de indicadores de velocidad operativa, al vincular directamente la gestión de la velocidad con la probabilidad y gravedad de los siniestros (WRI, s. f.; ITF/OCDE, 2020). Las guías de auditorías de seguridad vial y de infraestructura segura justifican los indicadores de geometría, visibilidad y señalización, en tanto permiten verificar el cumplimiento de parámetros normativos y la identificación de factores de riesgo en la infraestructura (CONASET, s. f.; IADB, 2018; Fonadin/Gobierno de México, 2022).

De igual forma, los enfoques orientados a usuarios vulnerables y a la accesibilidad universal sustentan la incorporación de indicadores sobre continuidad de banquetas, accesibilidad de rampas y conflictos vehículo–peatón, los cuales permiten evaluar si las intersecciones cumplen con los criterios mínimos de seguridad y comodidad para peatones y personas con movilidad limitada (Manual de Calles, 2019; UNISON HG, s. f.; ITDP México, 2024). Esta trazabilidad garantiza que las teorías y enfoques revisados no queden como marco conceptual abstracto, sino que se materialicen en variables operativas e indicadores cuantificables que se utilizarán en el diagnóstico de la intersección avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos, dando coherencia entre el marco teórico, la metodología y el análisis de resultados (Rodríguez, 2014; Dos Santos, 2022).

2.3 Marco normativo aplicable

El marco normativo que regula la movilidad y la seguridad vial en México se estructura en tres niveles: internacional/nacional, estatal y municipal. Para este estudio, dicho marco no se limita a enlistar leyes y reglamentos, sino que se utiliza como criterio de contraste para evaluar la infraestructura, la operación y la seguridad vial de la intersección avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos. Esto implica comparar los hallazgos de la auditoría con las disposiciones de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, la Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023–2042, las normas oficiales mexicanas y los manuales técnicos vigentes (SEDATU, 2023; NOM-034-SCT2/SEDATU, 2022; SICT & SEDATU, 2023).

En particular, la comparación con la Estrategia Nacional y con el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021–2030 permite valorar hasta qué punto la intersección estudiada se alinea con las metas de reducción de siniestros y con el enfoque de Sistema Seguro, especialmente respecto a la protección de usuarios vulnerables (OMS, 2021; OPS/PAHO, 2023; SEDATU, 2023).

2.3.1 Marco normativo nacional

En el nivel nacional se consideran, entre otros, los siguientes instrumentos:

- Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV), que reconoce el derecho a la movilidad en condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad, y establece la prioridad de peatones y ciclistas sobre el tránsito motorizado. Esta ley orienta el análisis de la intersección hacia la evaluación de condiciones específicas para usuarios vulnerables, como cruces seguros, velocidades adecuadas y accesibilidad universal.

- Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023–2042, que fija objetivos de reducción de siniestros, promoción de modos sustentables y mejora del entorno urbano, y propone el uso de auditorías de seguridad vial como herramienta para identificar y corregir puntos de riesgo (SEDATU, 2023).
- NOM-004-SEDATU-2023, Estructura y diseño para vías urbanas. Especificaciones y aplicación, que aporta criterios para la configuración geométrica de calles, incluyendo secciones transversales, radios de giro, banquetas, rampas y elementos de protección, los cuales se utilizarán como referencia para evaluar la geometría de la intersección (SEDATU, 2023).
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras, que define los requisitos de diseño y ubicación de señales verticales, marcas viales y otros dispositivos de control, y que será la base para valorar el estado y la conformidad de la señalización en el cruce (NOM-034-SCT2/SEDATU, 2022).
- Manual de Calles: diseño vial para ciudades mexicanas, que desarrolla lineamientos de diseño calle por calle, criterios de sección transversal, accesibilidad, diseño de intersecciones y jerarquización de vialidades, y que será usado para comparar anchos de carril, radios de giro, continuidad de banquetas y tratamiento de cruces peatonales en la intersección (Manual de Calles, 2019).
- Manual de señalización vial 2023 y Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras, que especifican dimensiones, colores, tipos de señales y criterios de legibilidad y retro reflectancia; estos documentos servirán para verificar la corrección de señales existentes y la pertinencia de las propuestas de mejora (SEDATU, 2023; SICT & SEDATU, 2023).

Adicionalmente, se consideran guías técnicas nacionales para la infraestructura segura, como la Guía de infraestructura segura en SIT, que aporta criterios de accesibilidad, seguridad en paradas de transporte público y conexión intermodal, útiles para el análisis de los frentes de equipamientos cercanos a la intersección (Fonadin/Gobierno de México, 2022).

2.3.2 Marco normativo estatal (Quintana Roo)

En el ámbito estatal, el análisis se sustenta principalmente en:

- Ley de Movilidad del Estado de Quintana Roo, que establece las competencias del Instituto de Movilidad del Estado, define principios para la gestión de la movilidad sustentable y regula el transporte público, la seguridad vial y el uso de la infraestructura (Congreso del Estado de

Quintana Roo, 2025). Esta ley proporciona el marco de obligaciones para la autoridad en cuanto a la seguridad vial en intersecciones estratégicas y al tratamiento de usuarios vulnerables.

- Programa Integral de Seguridad Vial de Quintana Roo y la Cartera de proyectos estratégicos 2025, que identifican corredores y puntos críticos de siniestralidad, proponen indicadores de seguimiento y desarrollan líneas de acción para la mejora de la infraestructura vial y del transporte público (IMOVEQROO, 2025a, 2025b). Estos documentos orientan la interpretación de los hallazgos de la auditoría en el contexto de las prioridades estatales de seguridad vial, y permiten alinear las recomendaciones para la intersección con los proyectos estratégicos ya definidos.

En este estudio, la Ley estatal y los programas de IMOVEQROO se utilizarán para evaluar si las condiciones observadas en el cruce Nápoles–López Mateos son consistentes con la jerarquización vial, las rutas de transporte público y los estándares mínimos de seguridad para peatones y usuarios del sistema hospitalario.

2.3.3 Marco normativo municipal (Othón P. Blanco)

Como referencia técnica complementaria, se retoman lineamientos de planes integrales de movilidad urbana sustentable desarrollados para ciudades mexicanas de tamaño comparable, como el PIMUS 2024 de Mérida, que plantea estrategias de priorización del transporte público, pacificación del tránsito y diseño seguro de intersecciones urbanas (Gobierno de Mérida, 2024). Estos lineamientos se utilizan como insumo para proponer intervenciones de corto y mediano plazo en la intersección de estudio, en coherencia con el enfoque de movilidad sustentable y segura promovido por la Estrategia Nacional y la LGMSV (SEDATU, 2023; OMS, 2021).

2.4 Definición operativa de variables, dimensiones e indicadores

Para asegurar la coherencia entre el marco teórico, la metodología y los resultados, en este apartado se definen de manera conceptual y operativa las variables, sus dimensiones e indicadores que se emplearán en la auditoría de movilidad y seguridad vial de la intersección avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos. Estas definiciones retoman los enfoques de auditorías de seguridad vial y de diseño de calles seguras desarrollados para el contexto latinoamericano, así como los criterios de diseño y operación establecidos para la infraestructura urbana en México (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2019).

Las variables principales del estudio son:

- Geometría vial: características físicas de la sección transversal y del área de cruce (anchos, radios, disposición de carriles).
- Visibilidad: capacidad de los usuarios para percibir a tiempo otros vehículos, peatones, dispositivos de control y obstáculos en aproximaciones y cruces.
- Señalización y dispositivos de control: existencia, estado y legibilidad de señales verticales, marcas en el pavimento y otros elementos de regulación.
- Flujos vehiculares y peatonales: magnitud y distribución temporal de los movimientos de vehículos y peatones, así como su desempeño operativo.
- Accesibilidad y cruce seguro: condiciones de la infraestructura peatonal y de los espacios de cruce para usuarios vulnerables.
- Conflictos y riesgo vial: presencia y patrón de eventos de cuasi-accidente o interacciones peligrosas.
- Priorización de medidas: clasificación de las propuestas de intervención según el nivel de riesgo atendido y la factibilidad de implementación.

La selección de estas variables y sus indicadores se fundamenta en la convergencia entre el marco conceptual de movilidad y seguridad vial y las disposiciones normativas vigentes. En particular, los indicadores de geometría vial y visibilidad derivan de los criterios de diseño contenidos en el Manual de Calles, la NOM-004-SEDATU-2023 y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que establecen parámetros mínimos de anchos, radios de giro, pendientes, distancias de visibilidad y configuración de cruces seguros (Manual de Calles, 2019; SEDATU, 2023; NOM-034-SCT2/SEDATU, 2022). Los indicadores de señalización y dispositivos de control se sustentan en el Manual de señalización vial y en el manual federal de señales y dispositivos, que definen las características de las señales verticales y horizontales, así como su emplazamiento en intersecciones urbanas (SEDATU, 2023; SICT & SEDATU, 2023). Los indicadores de flujos vehiculares y peatonales responden a las recomendaciones de guías de auditorías y de planes de movilidad urbana, que proponen medir volúmenes, demoras y niveles de servicio como insumos básicos para el diagnóstico de seguridad vial (IADB, 2018; ITF/OCDE, 2020; Gobierno de Mérida, 2024). Finalmente, los indicadores de accesibilidad, conflictos y priorización de medidas se apoyan tanto en los principios de Sistema Seguro y accesibilidad universal como en manuales de observación de conflictos viales y en programas estatales de seguridad vial, que sugieren clasificar los riesgos y las intervenciones según el impacto esperado en la reducción de siniestros, en particular para peatones y otros usuarios vulnerables (ITDP México, 2024; OPS/PAHO, 2023; IMOVEQROO, 2025a).

2.4.1 Ficha técnica de indicadores

En la tabla 3 se presenta una síntesis de los indicadores principales que se utilizarán en el estudio, incluyendo su variable de origen, dimensión, definición operativa, unidad de medida, instrumento de obtención y criterio normativo o de referencia:

Tabla 3. síntesis de indicadores

Variable	Dimensión	Indicador	Definición operativa
Geometría vial	Sección transversal	Ancho de carril	Distancia entre delimitaciones laterales de cada carril de circulación.
Geometría vial	Sección transversal	Ancho de banqueta	Ancho efectivo disponible para el desplazamiento peatonal en cada frente.
Señalización y dispositivos de control	Señalización horizontal y vertical	Señalización conforme	Porcentaje de elementos de señalización existentes que cumplen ubicación y estado.
Flujos vehiculares y peatonales	Intensidad de tránsito	Volumen vehicular	Número de vehículos que cruzan una sección por intervalo de 15 minutos.
Flujos vehiculares y peatonales	Intensidad de tránsito	Volumen peatonal	Número de peatones que cruzan o transitan por una sección por 15 minutos.
Accesibilidad y cruce seguro	Infraestructura peatonal	Banqueta continua	Porcentaje de frente con banqueta transitable sin interrupciones.
Accesibilidad y cruce seguro	Accesibilidad universal	Rampas accesibles	Porcentaje de esquinas con rampas que cumplen pendientes y dimensiones básicas.
Conflictos y riesgo vial	Interacciones de riesgo	Conflictos vehículo-peatón	Número de eventos de cuasi-accidente entre vehículos y peatones por hora observada.
Conflictos y riesgo vial	Interacciones de riesgo	Puntos críticos de conflicto	Localización de zonas con mayor concentración de conflictos observados.

Priorización de medidas	Gestión del riesgo	Prioridad de intervención	Clasificación de cada medida en alta, media o baja prioridad según riesgo y factibilidad.
-------------------------	--------------------	---------------------------	---

Fuente: Elaboración propia con base en normativa y manuales de diseño vial y señalización (SEDATU, SICT & Fonadin).

Esta ficha técnica resume la relación entre las variables definidas en la introducción, las dimensiones que se observarán en campo y los indicadores que se calcularán en el análisis. Con ello se garantiza que el capítulo metodológico pueda apoyarse en definiciones claras y que los resultados del diagnóstico sean fácilmente trazables al marco normativo y teórico utilizado (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2019; Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2024).

Capítulo 3. Justificación

3.1 Relevancia de la intersección en el sistema vial de Chetumal

La intersección formada por la avenida Nápoles y la avenida Adolfo López Mateos se localiza en un tramo urbano donde confluyen zonas residenciales, equipamientos de servicios y actividades comerciales de escala barrial. Esta posición la convierte en un nodo relevante dentro del sistema vial de Chetumal, ya que canaliza desplazamientos cotidianos de trabajo, estudio y abastecimiento, con presencia simultánea de tránsito vehicular y peatonal. En el contexto de los lineamientos estatales de seguridad vial, los programas recientes han identificado que las intersecciones urbanas con alta carga de flujo y cruces peatonales frecuentes constituyen puntos prioritarios para la intervención, por su influencia directa en la siniestralidad y en la percepción de seguridad de la comunidad (Instituto de Movilidad de Quintana Roo, 2025).

Además de su función de conexión entre distintos sectores de la ciudad, la intersección avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos se relaciona con una estructura vial en la que ciertas intersecciones concentran problemas de saturación, demoras y condiciones poco favorables para usuarios vulnerables. Experiencias de planeación en ciudades mexicanas de tamaño similar muestran que los nodos que integran flujos locales y de paso, como los vinculados a corredores principales y avenidas colectoras, tienen un impacto significativo en la movilidad urbana y en la calidad del entorno peatonal (Instituto Municipal de Planeación de Mérida, 2024). En este sentido, la intersección estudiada representa un punto estratégico donde las decisiones de diseño y gestión pueden contribuir no solo a mejorar la operación de la red vial inmediata, sino también a reforzar la seguridad y accesibilidad de quienes habitan y transitan diariamente por esta zona de Chetumal (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

3.2 Problemas preliminares identificados

Durante los recorridos de campo y la revisión inicial de la intersección avenida Nápoles – avenida Adolfo López Mateos se han identificado diversos problemas que justifican la realización de una auditoría de movilidad y seguridad vial. En primer lugar, la configuración geométrica del cruce presenta carriles utilizados de forma flexible para movimientos rectos y de giro, sin una canalización clara que separe trayectorias, lo que genera superposición de movimientos en el área central y maniobras bruscas de cambio de carril. Estas condiciones se apartan de los criterios de diseño urbano seguro que recomiendan secciones y radios de giro coherentes con velocidades moderadas y con la seguridad de usuarios vulnerables (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2019; Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

En segundo término, se observaron deficiencias visibles de señalización y visibilidad: marcas de cruce peatonal desgastadas o inexistentes en algunos accesos, señalización vertical con legibilidad limitada y presencia de vehículos estacionados o elementos de mobiliario que obstruyen parcialmente el campo visual en las esquinas. Estas condiciones reducen la capacidad de peatones y conductores para anticipar trayectorias y puntos de cruce, incrementando la probabilidad de interacciones de riesgo, en particular en los horarios de mayor demanda. Tanto los programas estatales de seguridad vial como los manuales de diseño seguro señalan que la combinación de visibilidad limitada y señalización incompleta en intersecciones urbanas constituye un factor estructural de riesgo para peatones y otros usuarios vulnerables (Instituto de Movilidad de Quintana Roo, 2025; World Resources Institute, s. f.).

Finalmente, se han identificado indicios de conflictos viales y desempeño operativo deficiente: formación de colas en al menos dos aproximaciones en horas pico, bloqueos parciales del área de cruce cuando coinciden varios giros y situaciones de cruce peatonal en las que los peatones deben negociar su paso con flujos vehiculares continuos. Aunque la cuantificación detallada de volúmenes, demoras y conflictos se realizará mediante aforos y observación estructurada en la etapa metodológica, estas evidencias preliminares sugieren que la intersección opera bajo condiciones que favorecen la aparición de eventos de cuasi-accidente. Metodologías recientes de observación de conflictos en entornos urbanos recomiendan precisamente focalizar estudios en nodos donde ya se detectan este tipo de patrones, a fin de anticipar intervenciones antes de que los conflictos se traduzcan en siniestros (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2024; Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

3.3 Impacto potencial de los resultados en la comunidad

Los resultados de la auditoría de movilidad y seguridad vial en la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos tienen el potencial de generar beneficios directos para la comunidad de Chetumal, al proporcionar un diagnóstico técnico que permita orientar decisiones de intervención en un nodo cotidiano para residentes, estudiantes y trabajadores. La identificación de no conformidades geométricas, deficiencias de visibilidad, señalización incompleta y zonas de conflicto vehículo-peatón ofrece una base objetiva para proponer ajustes en la infraestructura y en la operación de la intersección, con el fin de reducir la probabilidad de siniestros y mejorar la experiencia de desplazamiento de los usuarios, especialmente de quienes se mueven a pie o dependen del transporte público (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

Al mismo tiempo, la implementación de medidas derivadas de este estudio —como la mejora de cruces peatonales, la ordenación de giros y el reforzamiento de la señalización— se alinea con los objetivos estatales de seguridad vial y con las recomendaciones internacionales de priorizar intervenciones en puntos críticos de la red urbana. Experiencias documentadas en la región muestran que las acciones focalizadas en intersecciones con alta exposición al riesgo pueden traducirse en reducciones significativas en el número y gravedad de siniestros, así como en una percepción más positiva de seguridad por parte de la población (Organización Panamericana de la Salud, 2023; Instituto de Movilidad de Quintana Roo, 2025). De esta manera, el proyecto no solo cumple una función académica, sino que se convierte en un insumo útil para autoridades municipales y estatales interesadas en mejorar la movilidad y la calidad de vida en Chetumal.

Finalmente, el procedimiento metodológico desarrollado en esta residencia —que integra aforos, evaluación de infraestructura, observación de conflictos y formulación de propuestas de mejora— puede ser replicado en otras intersecciones de características similares dentro del municipio. Esto amplía el impacto potencial del trabajo, al ofrecer una herramienta práctica para que futuros diagnósticos y proyectos de intervención se apoyen en criterios técnicos consistentes y en indicadores comparables, fortaleciendo la capacidad local para gestionar la seguridad vial de manera sistemática (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).



Capítulo 4. Objetivos de estudio

Objetivo General

Evaluar las condiciones de movilidad y seguridad vial de la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos, en Chetumal, mediante una auditoría técnica que caracterice su geometría, flujos vehiculares y peatonales, siniestralidad, señalización y zonas de riesgo, con el fin de fundamentar propuestas de intervención orientadas a reducir el riesgo vial.

Objetivos Específicos

Caracterizar físicamente la intersección, describiendo su geometría vial, condiciones de visibilidad, accesos peatonales y señalización existente, con base en levantamientos de campo, croquis y ortofotografías.

Cuantificar los flujos vehiculares y peatonales en horarios representativos mediante aforos direccionales en intervalos de 15 minutos, identificando los periodos críticos de operación de la intersección.

Analizar la siniestralidad vial asociada a la intersección en el periodo 2019–2024, describiendo la frecuencia de siniestros, los tipos de hechos y los usuarios involucrados a partir de registros oficiales.

Identificar y clasificar zonas de conflicto o riesgo vial en la intersección integrando la información de geometría, operación, siniestralidad y señalización, mediante la elaboración de un mapa de riesgo y una matriz de deficiencias.

Formular y priorizar propuestas técnicas de intervención orientadas a reducir el riesgo vial y mejorar la movilidad en la intersección, evaluando cada medida según el nivel de riesgo atendido, la exposición de usuarios vulnerables y la factibilidad de implementación.

Capítulo 5. Metodología

5.1. Tipo de estudio y enfoque

El presente trabajo corresponde a una auditoría técnica de seguridad vial aplicada a una intersección urbana existente, en etapa de operación, con un diseño no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo. En términos operativos, se examina la intersección de la avenida Nápoles con la avenida Adolfo López Mateos bajo el enfoque de auditorías e inspecciones de seguridad vial desarrolladas para América Latina, en las que se revisan sistemáticamente las condiciones de geometría, visibilidad, señalización, operación y accesibilidad, con el propósito de identificar factores de riesgo y proponer intervenciones correctivas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Dos Santos, 2022; Guía técnica para la aplicación de ISV en los países de América Latina y el Caribe, 2016).

La auditoría se realiza sobre una vía arterial urbana en operación, considerando el comportamiento real de los usuarios y no el comportamiento ideal o normativo, en concordancia con las guías de auditorías e inspecciones de seguridad vial que enfatizan la observación directa de flujos vehiculares y peatonales, así como de los conflictos viales (CONASET, s. f.; Gobierno de Argentina, s. f.; Dos Santos, 2022).

La unidad de análisis se define como cada aproximación vehicular y peatonal de la intersección Nápoles–López Mateos, incluyendo:

- aproximación norte (avenida Nápoles),
- aproximación sur (avenida Nápoles),
- aproximación oriente (avenida Adolfo López Mateos),
- aproximación poniente (avenida Adolfo López Mateos),

y los cruces peatonales asociados a cada una. Esta definición se alinea con el criterio de que las auditorías e inspecciones de seguridad vial deben trabajar sobre segmentos o nodos claramente delimitados, en los que se identifiquen riesgos específicos para usuarios motorizados y vulnerables (Guía técnica ISV, 2016; UNISON / Gobierno de Sonora, s. f.).

Metodológicamente, el estudio se ubica en un nivel descriptivo–diagnóstico, pues cuantifica variables como volúmenes vehiculares y peatonales, tipos de conflictos, niveles de servicio peatonal y condiciones de señalización, y las contrasta con la normatividad vigente y con lineamientos de diseño seguro, sin introducir experimentación ni intervención directa durante la etapa de campo (Manual de Calles, 2019; NOM-004-SEDATU-2023; NOM-034-SCT2-SEDATU-2022).

5.2. Etapas de la auditoría vial aplicada

Etapa 1. Identificación y preparación

- Delimitación del área de estudio: intersección y aproximaciones inmediatas, incluyendo frentes sensibles (p. ej., equipamientos de salud o educativos).
- Revisión documental de:
 - normatividad aplicable (Ley de Movilidad de Quintana Roo, Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023–2042, NOM-004, NOM-034, Manual de Calles, Manual de Señalización Vial),
 - antecedentes de siniestralidad a nivel municipal y estatal (IMOVEQROO, 2025; Gobierno de México, 2018),
 - experiencias de auditoría en contextos urbanos similares (UNISON / Gobierno de Sonora, s. f.; Ajila Jumbo, 2024).
- Definición operativa de variables, dimensiones e indicadores, según la matriz de trazabilidad teoría–variable–dimensión–indicador ya desarrollado en el capítulo 2.
- Elaboración de los formatos de campo: fichas de aforo, inventario de señalización, listas de chequeo geométrico y matrices de observación de conflictos, tomando como referencia las guías de auditoría y de infraestructura segura.

Etapa 2. Observación y levantamiento en campo

En esta etapa se ejecutan las mediciones sobre cada aproximación del cruce:

- Levantamiento geométrico básico: medición de anchos de carriles, radios de giro, longitudes de aproximación, anchos de banquetas y islas, ubicación de paradas y accesos, de acuerdo con los lineamientos del Manual de Calles y la NOM-004 (Manual de Calles, 2019; NOM-004-SEDATU-2023; Loaiza, 2015).
- Aforos vehiculares: conteos clasificados por tipo de vehículo y movimientos (rectos, giros) en intervalos definidos (4 intervalos de 15 minutos), durante periodos representativos de punta mañana y tarde: además realizarse un día martes o jueves por ser días con mayor flujo vehicular.
- Aforos peatonales: conteos de peatones por cruce, sentido de cruce y grupo de usuario (adultos, adultos mayores, niñas y niños, personas con movilidad reducida) en intervalos definidos (4 intervalos de 15 minutos), siguiendo criterios de capacidad peatonal recomendados como; realizarse un día martes o jueves por ser días con mayor flujo (Manual de Calles, 2019; Guía de infraestructura segura en SIT, 2019).

- Observación estructurada de conflictos viales: registro sistemático de maniobras peligrosas (frenazos bruscos, invasiones de cruce, giros sin prioridad, bloqueo de pasos peatonales, etc.) en cada aproximación, con base en la literatura de auditorías e inspecciones de seguridad vial (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Dos Santos, 2022).
- Inventario de señalización y dispositivos de control: levantamiento detallado de señales verticales, marcas en el pavimento, semáforos y otros dispositivos, para verificar su presencia, estado y coherencia frente a la NOM-034 y al Manual de Señalización Vial (NOM-034-SCT2-SEDATU-2022; Manual de señalización vial, 2023).

Etapa 3. Análisis y diagnóstico técnico

Con la información de campo se procede a:

- Calcular volúmenes horarios) a partir de los aforos vehiculares, como base para interpretar la operación del cruce.
- Estimar niveles de servicio peatonal en los principales flujos, relacionando ancho efectivo de banqueta, volúmenes peatonales y tiempos de cruce, siguiendo lineamientos de diseño universal (Manual de Calles, 2019; NOM-004-SEDATU-2023).
- Clasificar y cuantificar conflictos viales por tipo de interacción y por usuario más expuesto (vehículo–peatón, vehículo–vehículo, ciclista–vehículo, etc.).
- Comparar la geometría y la señalización existentes con los valores de referencia establecidos en la NOM-004, la NOM-034 y el Manual de Calles, identificando incumplimientos y condiciones críticas de visibilidad y legibilidad del cruce.
- Integrar los hallazgos en una matriz de problemas, vinculando cada deficiencia con el indicador que la evidencia (p. ej., ancho de banqueta insuficiente, ausencia de cruce peatonal seguro, señal oculta o ausente).

Etapa 4. Formulación de propuestas de intervención

Finalmente, se construyen propuestas de intervención jerarquizadas, que responden al objetivo general y a los objetivos específicos del estudio, y que se inspiran en los principios de diseño seguro y calles completas planteados en la literatura internacional y nacional (World Resources Institute, s. f.; Cities Safer by Design; Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023–2042; PIMUS 2024; IMOVEQROO, 2025).

Las medidas propuestas se priorizan considerando:

- magnitud del riesgo,
- número de usuarios afectados,
- factibilidad técnica y normativa,
- alineación con los instrumentos de política y planeación vigentes.

5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

5.3.1. Levantamiento geométrico del crucero

El diseño geométrico de intersecciones urbanas influye directamente en la legibilidad, la velocidad de operación y la exposición de peatones y ciclistas. Las guías nacionales recomiendan secciones compactas, radios de giro moderados y trayectorias claras, priorizando la seguridad de usuarios vulnerables (Loaiza, 2015; Manual de Calles, 2019; NOM-004-SEDATU-2023).

Unidad de análisis y observación.

- Unidad de análisis: cada aproximación de la intersección.
- Unidad de observación: segmentos de aproximación, radios de giro, cruces peatonales, islas y banquetas.

Instrumentos.

- Cinta métrica, distanciómetro y croquis de campo.
- Plantillas de registro de anchos, radios, longitudes y alineamientos.

Variables e indicadores asociados.

- Anchos de carril vehicular (m).
- Anchos efectivos de banqueta (m).
- Longitud de aproximación (m).
- Radios de giro (m).

Estos indicadores se comparan con los rangos mínimos establecidos en la NOM-004 y el Manual de Calles para intersecciones urbanas seguras.

5.3.2. Aforos vehiculares

Los aforos vehiculares permiten estimar volúmenes de tránsito y niveles de demanda, insumos básicos para analizar la capacidad de las intersecciones, los niveles de servicio y las oportunidades de intervención (Obregón-Biosca & Betanzo-Quezada, 2013; ITF/OCDE, 2020; Gobierno de México, 2018).

Unidad de análisis.

- Cada aproximación del cruce y cada movimiento (recto, giros a la derecha e izquierda).

Instrumentos.

- Formatos de conteo manual por carril y movimiento.
- Registro por intervalos de 15 minutos en horas pico de mañana y tarde.

Variables e indicadores asociados.

- Volumen vehicular por aproximación (veh/15 min y veh/h).
- Volumen por tipo de vehículo (livianos, pesados, transporte público).
- Volumen total de la intersección (veh/h).

Estos datos se utilizan para alimentar indicadores de intensidad de tránsito

5.3.3. Aforos peatonales

La literatura sobre diseño de calles y movilidad sustentable enfatiza que las banquetas y cruces deben dimensionarse a partir de los flujos peatonales, garantizando niveles de servicio adecuados y accesibilidad universal (Manual de Calles, 2019; NOM-004-SEDATU-2023; Guía de infraestructura segura en SIT, 2019).

Unidad de análisis.

- Cada cruce peatonal de la intersección.

Instrumentos.

- Formatos de conteo de peatones por cruce y sentido.
- Registro de grupos de usuarios (adultos, adultos mayores, niñas/niños, personas con movilidad reducida).

Variables e indicadores.

- Volumen peatonal por cruce (peat/15 min y peat/h).
 - Distribución por grupo de usuario.
 - Relación flujo peatonal/ancho efectivo de banqueta.
- Estos indicadores se emplean para evaluar el nivel de servicio peatonal y la suficiencia de espacios de circulación, conforme a los criterios de diseño universal (Manual de Calles, 2019; NOM-004-SEDATU-2023).

5.3.4. Observación estructurada de conflictos viales

Las auditorías modernas recomiendan incorporar la observación de conflictos viales (near-miss) como herramienta preventiva, dado que permiten identificar puntos de riesgo antes de que se materialicen siniestros graves (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Dos Santos, 2022; Guía técnica ISV ALC, 2016).

Unidad de análisis.

- Cada interacción observada entre usuarios (vehículo–peatón, vehículo–vehículo, ciclista–vehículo) en la intersección.

Instrumentos.

- Matriz de observación donde se registran: tipo de conflicto, usuarios implicados, maniobra, ubicación y posible causa.

Variables e indicadores.

- Número de conflictos por tipo y por aproximación (n/h).
- Conflictos vehículo–peatón (n/h).
- Conflictos en zona de cruce peatonal versus zona de circulación vehicular.

Estos indicadores alimentan la dimensión de riesgo operacional y se vinculan directamente con los objetivos de identificar usuarios más expuestos y condiciones inseguras de operación.

5.3.5 Inventario y evaluación de señalización vial

La señalización horizontal y vertical, así como otros dispositivos de control, deben cumplir con criterios de visibilidad, retroreflectancia, coherencia y ubicación, de acuerdo con la NOM-034-SCT2-

SEDATU-2022 y el Manual de Señalización Vial (NOM-034-SCT2-SEDATU-2022; Manual de señalización vial, 2023).

Unidad de análisis.

- Cada elemento de señalización (señal vertical, marca horizontal, semáforo, dispositivo complementario) dentro del área de influencia del cruce.

Instrumentos.

- Plantilla de inventario de señalización, organizada por tipo de señal, ubicación, estado físico y conformidad normativa.

Variables e indicadores.

- Número de señales presentes vs. requeridas (por tipo).
- Porcentaje de señales en buen estado (%).
- Porcentaje de marcas horizontales legibles (%).
- Porcentaje de elementos que cumplen la NOM-034 y el Manual de Señalización Vial (%).

5.4. Cronograma de actividades

Las actividades metodológicas se organizaron de forma coherente con las etapas de la auditoría descritas en el apartado 5.2, siguiendo la lógica proceso-indicadores que adoptan los programas y planes de movilidad y seguridad vial (PIMUS 2024; IMOVEQROO, 2025; Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023–2042).

De manera sintética, el cronograma se estructuró en cuatro bloques:

1. Preparación y diseño metodológico
 - Revisión de literatura, normas y guías de auditoría.
 - Definición de variables, dimensiones e indicadores.
 - Diseño de fichas de campo (aforos, inventario de señalización, listas de chequeo geométrico, matrices de conflictos).
2. Trabajo de campo
 - Levantamiento geométrico del cruce.
 - Aforos vehiculares y peatonales en periodos representativos.
 - Observación estructurada de conflictos.

- Inventario exhaustivo de señalización y dispositivos de control.
- 3. Procesamiento y análisis de datos
 - Tabulación de aforos y cálculo de volúmenes horarios.
 - Estimación de indicadores de nivel de servicio peatonal
 - Clasificación y cuantificación de conflictos viales.
 - Comparación sistemática de resultados con normas y guías técnicas.
- 4. Síntesis, diagnóstico y propuestas
 - Elaboración de la matriz de problemas.
 - Formulación de escenarios y propuestas de intervención.
 - Priorización de medidas conforme a criterios de riesgo y viabilidad.

Los instrumentos de recolección utilizados (formatos) se incluyen en los Anexos A–F:

- Anexo A. Formato de aforo vehicular (15 min)
- Anexo B. Formato de aforo peatonal (15 min)
- Anexo C. Formato de verificación físico geométrico de la intersección
- Anexo D. Formato de inventario y evaluación de señalización
- Anexo E. Formato de cuantificación de conflictos viales
- Anexo F. Formato de Matriz de evaluación del nivel de riesgo por zona

5.5. Criterios de análisis técnico

Geometría de la intersección

- Se realizó verificación por criterio operativo mediante lista de chequeo y evidencia fotográfica, emitiendo dictamen cumple/no cumple por unidades observables (esquinas, aproximaciones y frentes peatonales). La comparación metrológica detallada de anchos, radios y distancias se reserva para una etapa posterior de ingeniería de detalle (Manual de Calles, 2019; NOM-004-SEDATU-2023).
- Se evalúa la compacidad del cruce, la continuidad peatonal y la compatibilidad de la visibilidad de parada con la velocidad de referencia, tomando como base las tablas de distancias de visibilidad de intersecciones.

Flujos vehiculares y nivel de servicio

- A partir de los aforos se calculan volúmenes horarios por aproximación

- Se analizan diferencias entre periodos pico y horas valle, así como patrones de conflicto asociados a picos de demanda (ITF/OCDE, 2020; Gobierno de México, 2018).

Condiciones peatonales y accesibilidad

- Se comparan anchos efectivos de banqueta, continuidad de rampas y calidad de cruces con los criterios de accesibilidad universal y con la jerarquía peatonal establecida en la ENAMOV (Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023–2042; NOM-004-SEDATU-2023; Manual de Calles, 2019).
- Se evalúa la cadena de viaje peatonal (acera–cruce–parada) con base en criterios de inclusión con seguridad para sistemas integrados de transporte.

Señalización y dispositivos de control

- Cada elemento de señalización se contrasta con los requisitos de diseño y ubicación de la NOM-034-SCT2-SEDATU-2022 y del Manual de Señalización Vial (NOM-034-SCT2-SEDATU-2022; Manual de señalización vial, 2023).
- Se calcula el porcentaje de cumplimiento normativo por categoría de señal (reglamentaria, preventiva, informativa) y se identifican vacíos críticos en la legibilidad del cruce.

Conflictos viales y exposición al riesgo

- La frecuencia de conflictos por tipo y usuario se utiliza como indicador de riesgo operacional, en línea con la literatura de auditorías y sistemas seguros (Dos Santos, 2022; Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; OMS, 2021).
- Se relacionan los conflictos con la geometría, los flujos y la señalización para identificar causas estructurales de la inseguridad vial en la intersección.

Capítulo 6. Resultados

6.1 Caracterización física de la intersección

La intersección Nápoles–López Mateos corresponde a un cruce en “T” oblicuo entre una vialidad de jerarquía primaria (López Mateos) y una calle colectora de carácter local (Nápoles), con presencia de usos de suelo mixtos (comercio, servicios y vivienda), lo que genera una alta interacción entre tránsito motorizado y modos vulnerables (peatones y ciclistas). Esta condición es consistente con lo que el Manual de Calles identifica como intersecciones de cuatro o tres ramales en contextos urbanos consolidados, donde la prioridad debe centrarse en la seguridad de las personas peatones, ciclistas y usuarias del transporte público (Manual de Calles, 2019).

En las vistas generales de la intersección (Figura 6.1) se observa que los radios de giro en las esquinas son amplios, lo que favorece velocidades de giro elevadas, especialmente para vehículos ligeros y motocicletas. El Manual de Calles recomienda “cierre de radios de giro” y acortamiento de distancias de cruce para lograr maniobras de vuelta más compactas y seguras, reduciendo la exposición peatonal y las trayectorias innecesarias (Manual de Calles, 2019). En la intersección estudiada, la ausencia de este “cierre” genera trayectorias amplias y tiempos de exposición mayores para los peatones, particularmente en los cruces sobre López Mateos.

La sección transversal identificada en la intersección muestra carriles de circulación vehicular con anchuras superiores a las recomendadas en vías urbanas de contexto mixto, sin elementos físicos que limiten las trayectorias ni islas peatonales de resguardo. De acuerdo con la NOM-004-SEDATU-2023 y las guías de diseño urbano seguro, la combinación de carriles muy anchos, radios generosos y ausencia de refugios peatonales incrementa la probabilidad de siniestros graves, al incentivar velocidades operacionales por encima de los valores seguros para entornos urbanos (SEDATU, 2023; World Resources Institute [WRI], s. f.).

En cuanto a accesibilidad peatonal, se identificaron banquetas discontinuas y rampas improvisadas, sin alineación con los pasos peatonales actuales ni con criterios de accesibilidad universal. La Guía de infraestructura segura en SIT enfatiza que los accesos a paradas de transporte y cruces peatonales deben contar con rampas alineadas, superficies continuas y zonas de espera claramente demarcadas para usuarios con movilidad limitada (Fonadin & Gobierno de México, 2022). La condición observada en la intersección se aparta de estos criterios y aumenta la vulnerabilidad de personas adultas mayores y personas con discapacidad.

Finalmente, la visibilidad en algunos acercamientos se ve comprometida por la presencia de vehículos estacionados cerca de las esquinas y elementos de mobiliario urbano, lo que coincide con hallazgos

de auditorías previas en zonas urbanas donde la obstrucción visual se asocia a atropellamientos recurrentes (Rodríguez et al., 2014). Estas condiciones estructurales, sumadas al patrón de usos de suelo, explican parte del riesgo observado en la operación diaria de la intersección.

Con el propósito de atender el análisis geométrico del cruce, se realizó una verificación geométrica por criterio operativo en la intersección tipo T Nápoles–López Mateos. La evaluación se estructuró por unidades observables de auditoría, considerando esquinas, aproximaciones y frentes peatonales. Para cada unidad se emitió un dictamen cumple o no cumple con base en evidencia fotográfica, evaluando accesibilidad mediante rampas, visibilidad en aproximación, continuidad de sección peatonal y control geométrico del giro. Los resultados de esta verificación se presentan en la Tabla 4

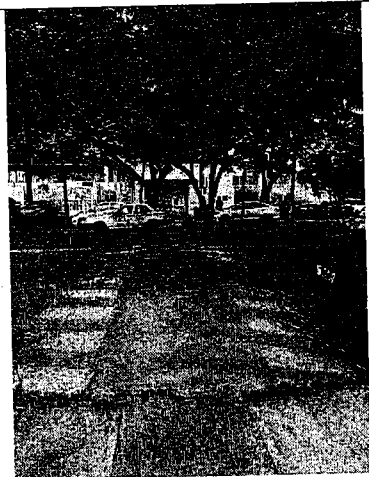
Tabla 4. Verificación físico geométrica de la intersección

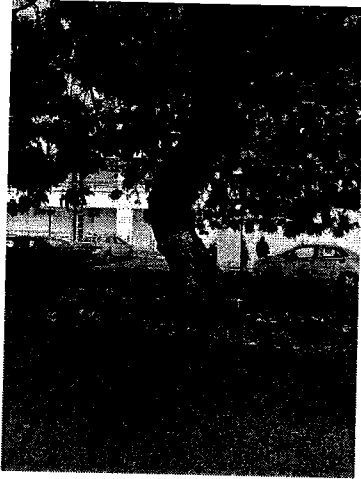
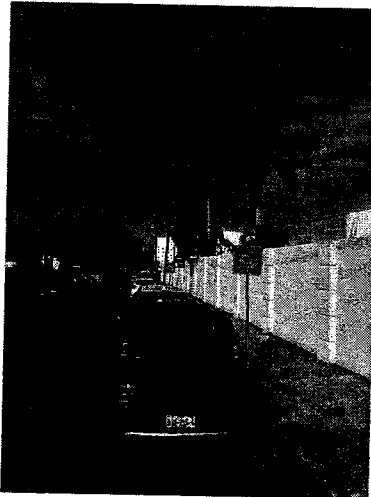
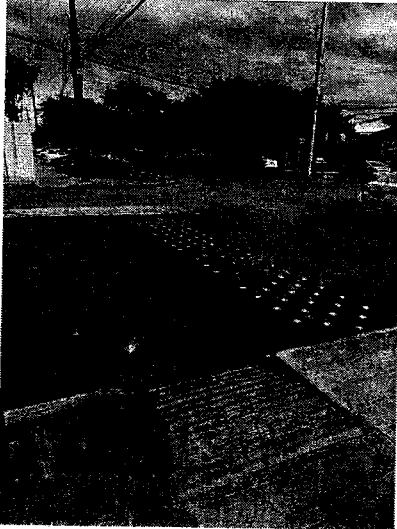
Unidad evaluada	Elemento	Criterio operativo	Cumple	No cumple
Esquina 1	Rampa	Existe y conecta banqueta–cruce con alineación funcional	✓	
Esquina 2	Rampa	Existe y conecta banqueta–cruce con alineación funcional		✓
Esquina 3	Rampa	Existe y conecta banqueta–cruce con alineación funcional		✓
Aproximación Nápoles	Visibilidad	Campo visual libre / limitado por obstrucciones	✓	
Aproximación Lopez Mateos (Oeste a Este)	Visibilidad	Campo visual libre / limitado por obstrucciones	✓	
Aproximación Lopez Mateos (Este a Oeste)	Visibilidad	Campo visual libre / limitado por obstrucciones	✓	
Frente 1	Sección peatonal	Banqueta continua y transitable en zona de cruce	✓	
Frente 2	Sección peatonal	Banqueta continua y transitable en zona de cruce		✓
Frente 3	Sección peatonal	Banqueta continua y transitable en zona de cruce	✓	
Esquina Napoles	Radio de giro	Giro controlado o favorece giro rápido	✓	
Esquina Lopez Mateos – Napoles (Oeste-Norte)	Radio de giro	Giro controlado o favorece giro rápido	✓	
Esquina Lopez Mateos – Napoles (Este-Norte)	Radio de giro	Giro controlado o favorece giro rápido	✓	

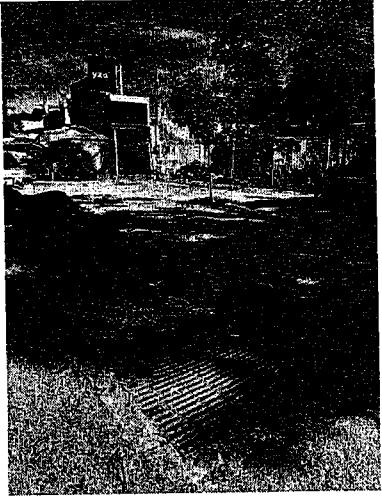
La Tabla 4 evidencia que el principal déficit geométrico se concentra en la accesibilidad. De tres esquinas evaluadas, una cumple con la existencia de rampa funcional alineada al cruce y dos no cumplen, lo que representa un incumplimiento de 66.7%. En visibilidad, las tres aproximaciones evaluadas se clasificaron como campo visual libre, por lo que el cumplimiento fue del 100% bajo el criterio operativo aplicado. En la sección peatonal se identificó cumplimiento parcial, observándose continuidad transitable en un frente y condición no funcional o discontinua en otro, equivalente a un

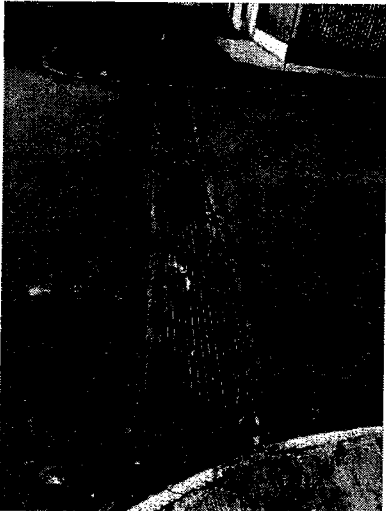
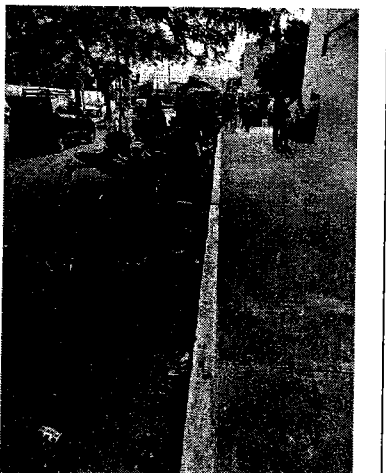
incumplimiento del 50%. Finalmente, el control geométrico del giro se clasificó como cumple en las tres esquinas evaluadas. En conjunto, estos hallazgos confirman que la vulnerabilidad geométrica del cruce se explica principalmente por deficiencias de accesibilidad y continuidad peatonal, lo cual incrementa la exposición al riesgo en el área de cruce aun cuando la visibilidad y el giro se consideren adecuados según el criterio aplicado.

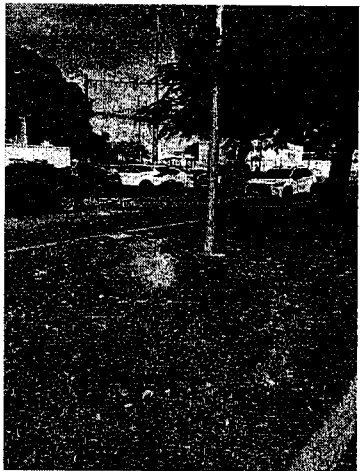
Tabla 5. Caracterización física de la intersección (Fotografías)

Ilustración	Descripción del elemento	Observaciones
	Cruce peatonal- Vista 1	El cruce peatonal no presenta el señalamiento horizontal adecuado
	Cruce peatonal- Vista 2	El cruce peatonal no presenta el señalamiento horizontal adecuado

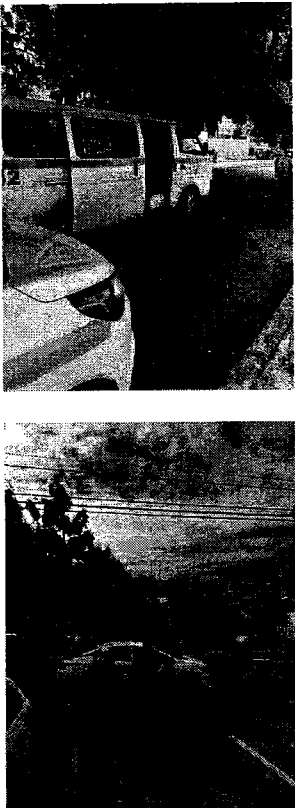
	Camellón central	La vegetación ha destruido la infraestructura de la guarnición del camellón central.
	Problemática de estacionamientos	Por falta de estacionamiento no se respeta el área de transferencia del transporte público
	Cruce peatonal	El cruce peatonal no se completa en los dos arroyos vehiculares lo que no permite un cruce completo seguro. Además, la rampa de personas con discapacidad carece de señalamiento horizontal

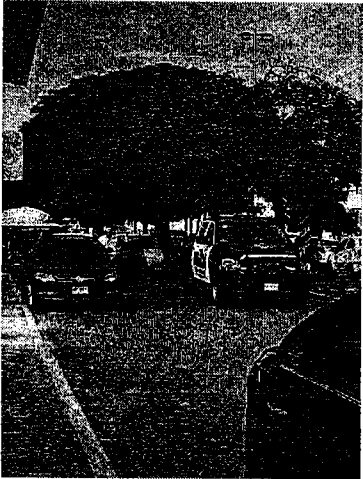
	Drenaje en mal estado	En la esquina más importante de la intersección, donde se realiza el cruce del hospital al área de comercios no existe ningún tipo de cruce peatonal seguro, además existe infraestructura de drenaje pluvial en mal estado, no solo no existe señalamiento, es inadecuado para personas vulnerables como personas en sillas de rueda tener que pasar por encima o a un lado de la alcantarilla
	Cajón de estacionamiento de discapacitados,	El cajón de estacionamiento de personas con discapacidad cuenta con una rampa de accesibilidad, pero no tienen los espacios ni formas correctas de circulamiento. Además, carecen de señalamiento horizontal
	Estructura de drenaje,	La infraestructura de drenaje pluvial en mal estado es insegura para personas vulnerables como personas en sillas de rueda tener que pasar por encima o a un lado de la alcantarilla

	Drenaje pluvial	En una esquina previa a la intersección no existe ningún tipo de cruce peatonal seguro, además existe infraestructura de drenaje pluvial en mal estado, no solo no existe señalamiento, además es inseguro para personas vulnerables como personas en sillas de rueda tener que pasar por encima o a un lado de la alcantarilla.
	Camellón central	La vegetación ha destruido la infraestructura de la guarnición del camellón central.
	Problemática de estacionamiento	Se forma un aglomerado de motocicletas estacionadas en un espacio donde no se pueden estacionar.

	Camellón central	Se forma una línea de deseo donde la mayoría de peatones circula del hospital en dirección a los comercios de enfrente, cruzando la Av. Adolfo López Mateos lado Oeste. Especialmente cruzan a un comercio en específico. Se debe considerar para colocar los señalamientos correctos.
	Problemática de estacionamiento	Los vehículos se estacionan en doble fila, en franjas amarillas y/o justo donde existe señalamiento de restricción de no estacionarse. No existe suficiente espacio para estacionamientos Lo importante de vigilar esto radica en no ralentizar la vista de peatones ni el movimiento de ambulancias

~~XXXX~~

		En ambos casos, taxis y transporte publico hacen sus paradas en cualquier sitio aun teniendo sus paraderos propios. Se observó detención y ascenso/descenso fuera de bahías, lo que ocupa sección útil, reduce visibilidad y bloquea paraderos, incrementando fricción operativa en el entorno del hospital.
	Camellón central	La infraestructura a ras de camellones es deficiente

		Se pudo observar a la policía llamando la atención de los conductores estacionados en zonas de franja amarilla.
		La infraestructura de pavimento es deficiente
		Bahía de emergencia para ambulancias (estacionamiento de servicios especiales para vehículos de emergencia), con rampa de acceso vehicular elevada frente al hospital.

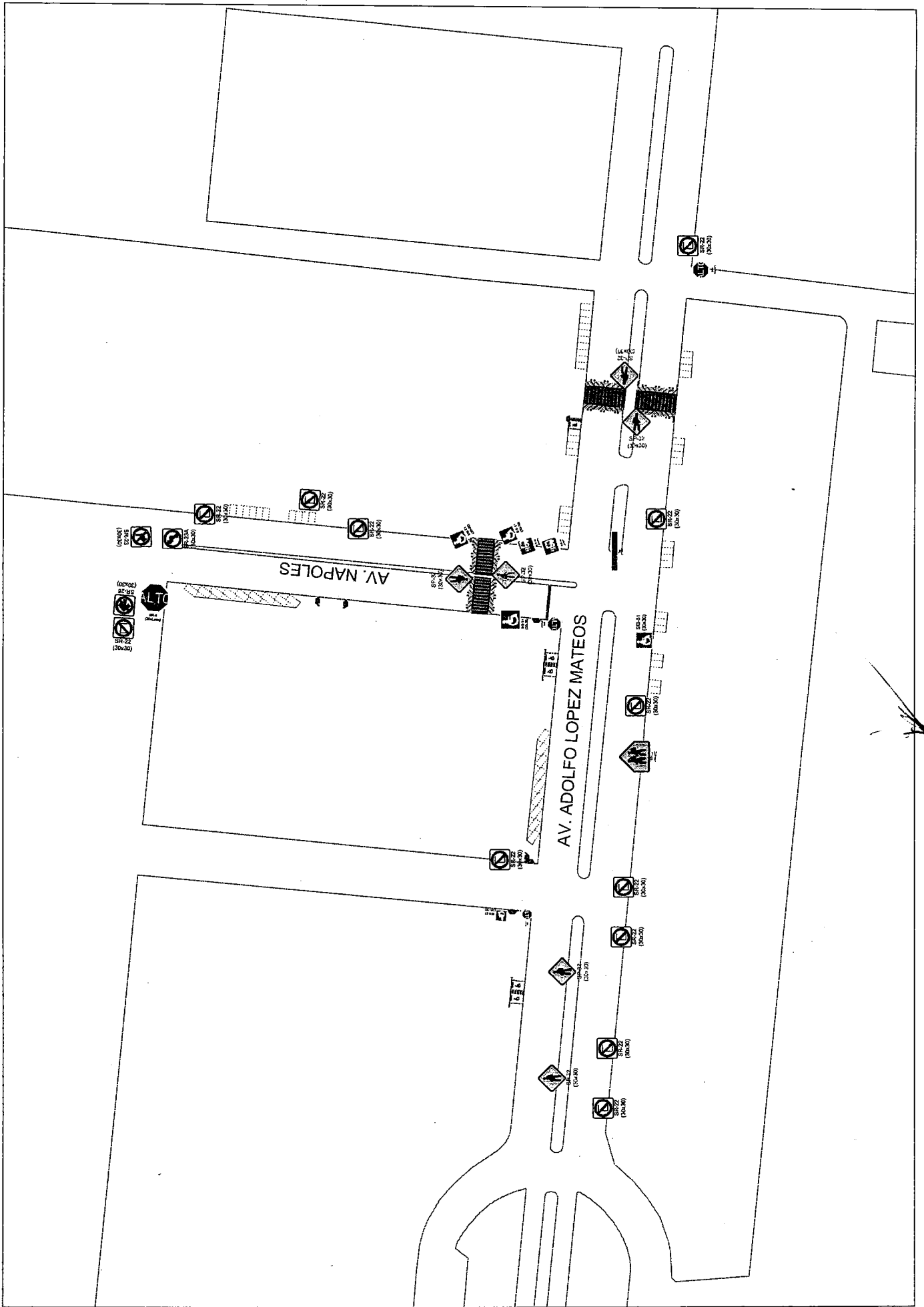
~~XXXX~~

	Los vehículos afuera en la entrada principal del hospital obstruyendo los paraderos de taxi
---	--

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo, 2025.

En la Tabla 5 se presenta la caracterización física de la intersección Nápoles–López Mateos, mediante fotografías de campo acompañadas de la descripción de cada elemento y de las principales observaciones realizadas durante la auditoría. En cada registro se ilustran aspectos específicos de la geometría vial, la configuración de carriles, la presencia de camellones, banquetas y accesos peatonales, así como las condiciones de visibilidad y el estado del entorno construido inmediato. Esta tabla permite vincular visualmente las deficiencias identificadas con las notas técnicas levantadas en sitio, sirviendo como soporte gráfico del diagnóstico detallado que se desarrolla en los capítulos de resultados y discusión.

La síntesis del levantamiento geométrico (sección, alineamientos y elementos del entorno inmediato) se presenta en el Plano 1, el cual acompaña esta caracterización física para facilitar la lectura espacial del diagnóstico



Vistas Generales de la intersección:



Ilustración 6. Vista de la aproximación norte de la intersección Nápoles-López Mateos.

Imagen propia, 2025.



Ilustración 5. Vista de la aproximación Este-Oeste de la intersección Nápoles-López Mateos.

Imagen propia, 2025.

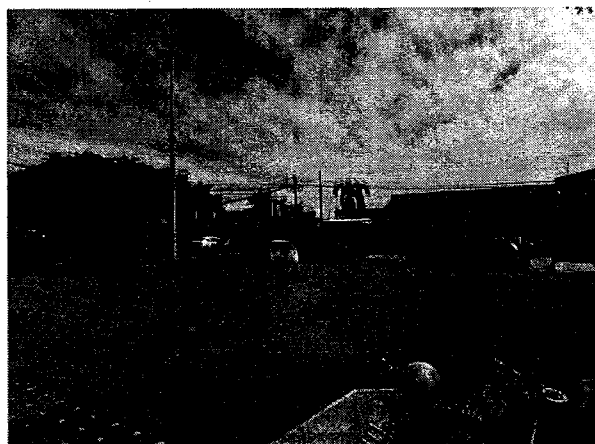


Ilustración 7. Vista de la aproximación Sur de la intersección Nápoles-López Mateos.

Imagen propia, 2025

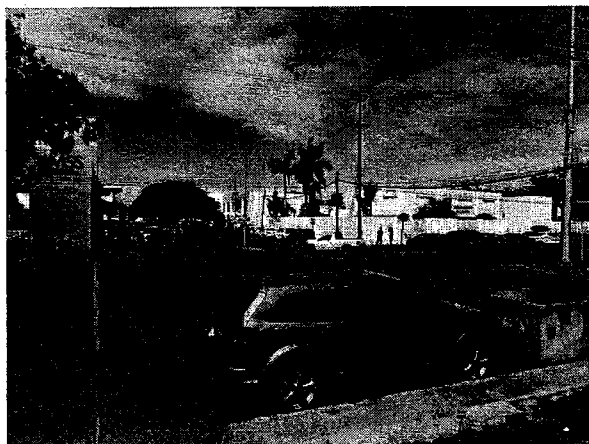


Ilustración 8. Vista de la aproximación de la intersección Nápoles-López Mateos.

Imagen propia, 2025

En el subapartado “Vistas generales de la intersección” se presentan las Ilustraciones 5, 6, 7 y 8, las cuales muestran, desde cuatro aproximaciones distintas, una visión global del cruce analizado. Estas imágenes permiten contextualizar espacialmente la intersección y reconocer, en términos generales, su configuración y entorno inmediato, sirviendo como referencia visual previa para la interpretación de los hallazgos que se desarrollan en el Capítulo 6.1 Resultados.

- Representación de las 3 direcciones del aforo vehicular.

En las Ilustraciones 9, 10 y 11 se representan gráficamente los sentidos de circulación y los movimientos vehiculares considerados para el aforo direccional realizado en la intersección Nápoles–López Mateos. En estas imágenes se señalan, mediante flechas y códigos de color, los flujos que se registraron en cada brazo del crucero, distinguiendo los movimientos rectos, giros a la derecha y giros a la izquierda, así como el origen y destino de los vehículos en cada aproximación.

Estas ilustraciones permiten visualizar de manera clara la configuración de los movimientos direccionales que se tomaron en cuenta durante el levantamiento de campo, y sirven como apoyo para interpretar las tablas y gráficas de aforo vehicular presentadas en el capítulo de resultados. Gracias a esta representación gráfica es posible comprender cómo se estructuró el aforo direccional, qué trayectorias fueron medidas en cada brazo y de qué forma se construyó el análisis técnico del comportamiento del tránsito en la intersección.

Ilustración 9. Av. Nápoles. Norte a Sur. Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

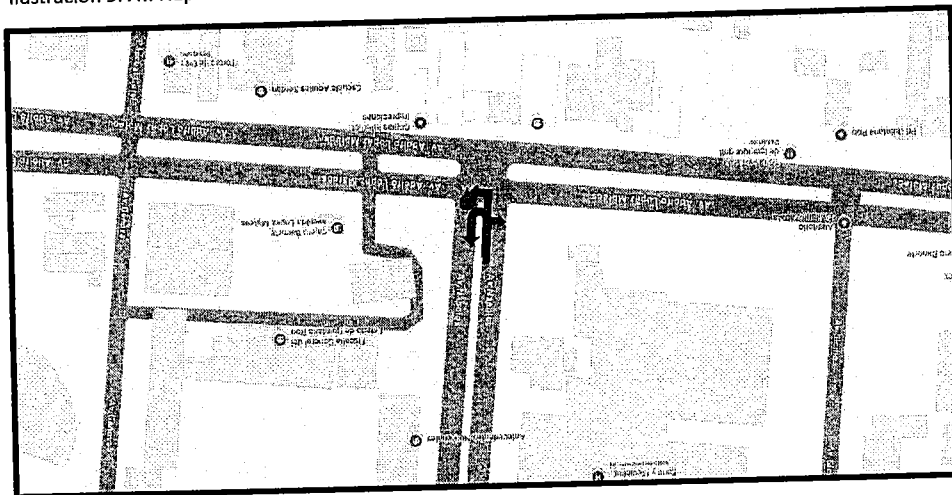


Ilustración 10. Av. Adolfo López Mateos. Este a Oeste. Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

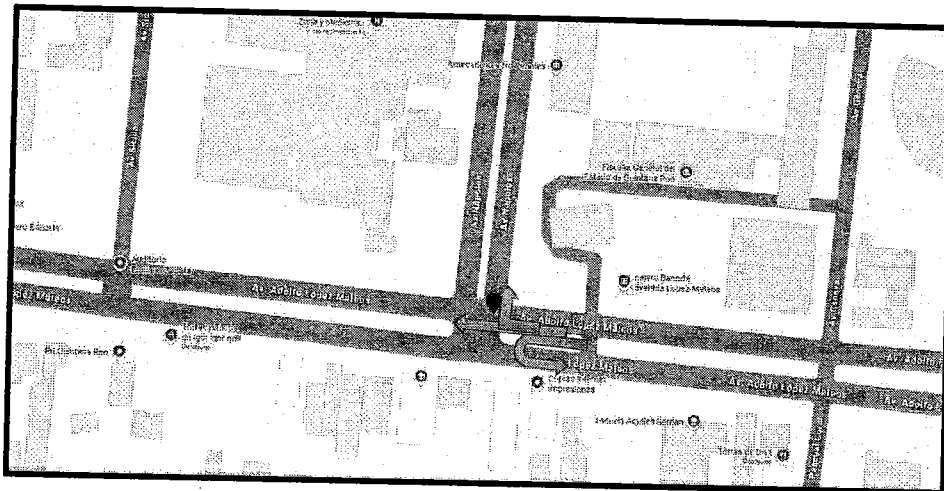
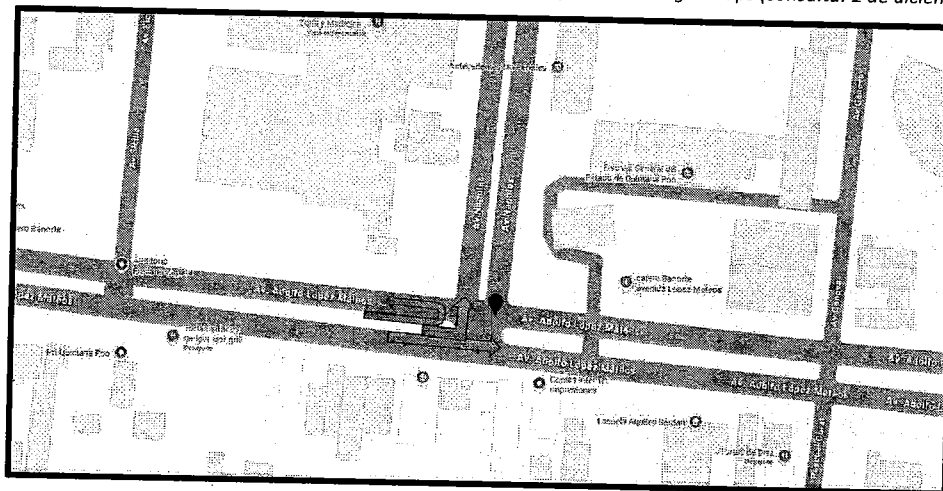


Ilustración 11. Av. Adolfo López Mateos. Oeste a Este. Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).



6.2 Resultados del aforo vehicular

Los aforos vehiculares realizados en hora pico muestran una demanda total aproximada de 681 vehículos/hora, sumando los flujos de los tres accesos principales ($291 + 166 + 224 = 681$). Pasando cifra por cifra: $291 + 166 = 457$; $457 + 224 = 681$. Aunque este volumen corresponde a una intersección de demanda media, la combinación de giros, cruces y secciones sin canalización genera un número significativo de maniobras conflictivas, especialmente para los movimientos de vuelta a la izquierda y los cambios de carril próximos al cruce. Esta lectura es coherente con la literatura sobre intersecciones urbanas, que subraya que el riesgo no depende solo del volumen, sino del diseño geométrico y del tipo de maniobras (García, 2015; Loaiza, 2015).

En el acceso de Avenida Nápoles se concentran flujos relevantes de vehículos que buscan incorporarse a López Mateos, tanto en sentido directo como en giros. La ausencia de canalización clara y de zonas de espera para giro, junto con radios amplios, favorece que los vehículos realicen maniobras a velocidades superiores a las deseables en entornos con presencia peatonal intensa. Estudios de rediseño de intersecciones muestran que la reorganización de radios, islas y carriles de aproximación puede reducir significativamente los conflictos por cruce y los tiempos de demora, manteniendo o incluso mejorando la capacidad operativa (García, 2015; Ajila Jumbo, 2024).

Aunque en este estudio no se desarrolló un modelo completo de volumen/capacidad (V/C) como en las evaluaciones con metodología iRAP o en análisis de nivel de servicio de rotondas, la distribución de flujos por aproximación permite identificar los brazos más cargados y aquellos donde los giros compiten con los movimientos rectos, lo que aumenta la probabilidad de colisiones angulares y alcances (Ajila Jumbo, 2024). Esta información es fundamental para priorizar intervenciones como la reconfiguración de carriles, el control de accesos y la posible semaforización adaptativa en futuros estudios.

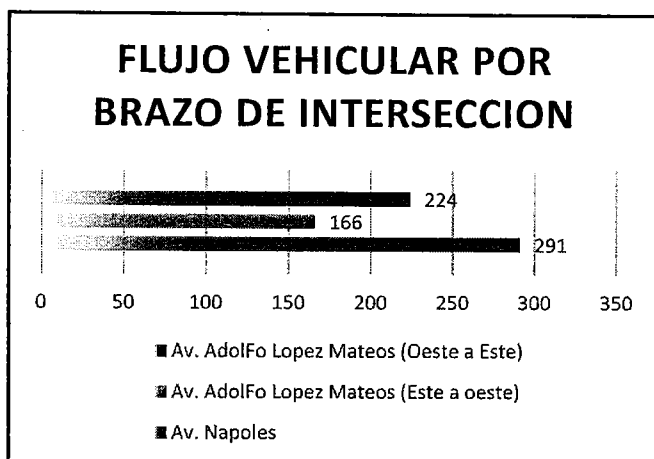
En síntesis, los resultados del aforo vehicular confirman el segundo objetivo específico (evaluar el flujo vehicular mediante aforos) y dan sustento a la pregunta: “¿Cómo se comporta el flujo vehicular durante los periodos pico?”, al evidenciar una demanda media, pero con una configuración geométrica que incrementa el riesgo de conflicto



6.2 Resultados del aforo vehicular

AFORO VEHICULAR											
CONTRINSECCIÓN		PROYECTO: Av. Nápoles Bq. Av. Adolfo López Mateos		FECHA: 22 de Noviembre		HORA DE INICIO: 10:28		HORA DE FIN: 11:28		AFORADOR: Ing. Amín Pérez Mendoza, Lázaro Guillermo Quintero González, Carlos Ivan Ru Gómez	
VEHICULOS TIPO		VEHICULOS		VEHICULOS		VEHICULOS		VEHICULOS		VEHICULOS	
MOTOCICLETA		TAXI		TAXI		TAXI		TAXI		TAXI	
FIGURA		MOTOCICLETA		TAXI		TAXI		TAXI		TAXI	
NOMINCLATURA		M		TAXI		TAXI		TAXI		TAXI	
EYES		2		2		2		2		2	
MOVIMIENTO		M		M		M		M		M	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL (H13 + H14)		1		1		1		1		1	
TOTAL											

La Gráfica 1 (Tabla de soporte de grafica 1) muestra que la mayor concentración del flujo vehicular (veh/h) en la intersección se presenta en la aproximación de la Av. Nápoles, lo que confirma su función como eje principal y sustenta la priorización de su operación (infraestructura, señalización horizontal y canalización de movimientos).



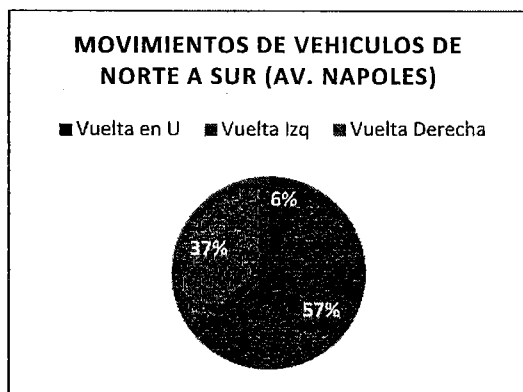
Grafica 1. Flujo vehicular por brazo de la intersección

Fuente: Elaboración propia a partir de aforos, 2025

Flujo vehicular por brazo de la intersección	
Av. Nápoles	291
Av. Adolfo López Mateos (Este a oeste)	166
Av. Adolfo López Mateos (Oeste a Este)	224

Tabla de soporte de grafica 1.

Fuente: Elaboración propia a partir de aforos, 2025



Grafica 2.

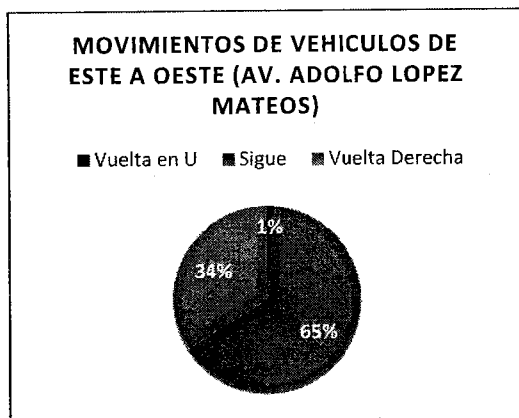
Fuente: Elaboración propia a partir de aforos, 2025

Sumatoria General por movimiento (Independiente al vehículo)	
Vuelta en U	18
Vuelta Izq.	165
Vuelta Derecha	108
Sumatoria	291

Tabla de soporte de grafica 1

Fuente: Elaboración propia a partir de aforos, 2025

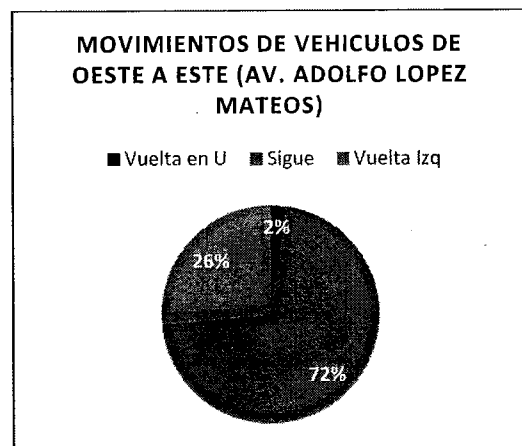
La gráfica 2 (Tabla de soporte de grafica 2) indica que, del flujo que circula de norte a sur por la Av. Nápoles e ingresa a la intersección, el 57% realiza giro a la izquierda (hacia el este), el 37% giro a la derecha y el 6% retorno en "U"



Grafica 3.

Fuente: Elaboración propia a partir de aforos, 2025

La Gráfica 3 (Tabla de soporte de grafica 3) indica que, del flujo que circula de este a oeste por la Av. Adolfo López Mateos e ingresa a la intersección, aproximadamente el 65% continúa de frente y el 34% realiza giro a la derecha para incorporarse a la Av. Nápoles con dirección norte.



Grafica 4.

Fuente: Elaboración propia a partir de aforos, 2025

La Gráfica 4 (Tabla de soporte de grafica 4) muestra que, del flujo que circula de oeste a este por la Av. Adolfo López Mateos e ingresa a la intersección, aproximadamente el 65% continúa de frente con dirección este y el 34% realiza giro a la izquierda para incorporarse a la Av. Nápoles con dirección norte.

Sumatoria General por movimiento (Independiente al vehículo)	
Vuelta en U	2
Sigue	108
Vuelta Derecha	56
Sumatoria	166

Tabla de soporte de grafica 2.

Fuente: Elaboración propia a partir de aforos, 2025

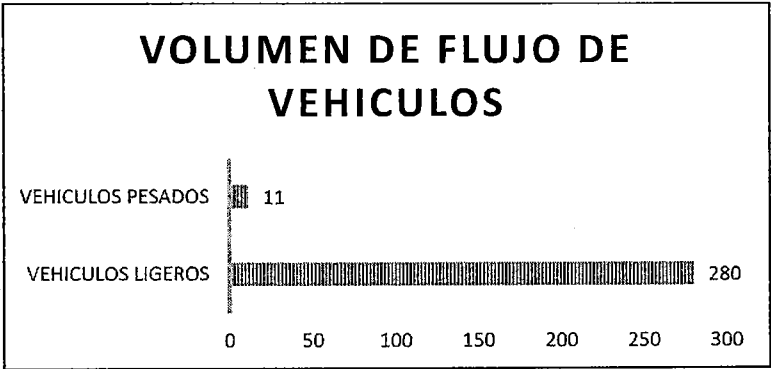
Sumatoria General por movimiento (Independiente al vehículo)	
Vuelta en U	5
Sigue	160
Vuelta Izq.	59
Sumatoria	224

Tabla de soporte de grafica 3.

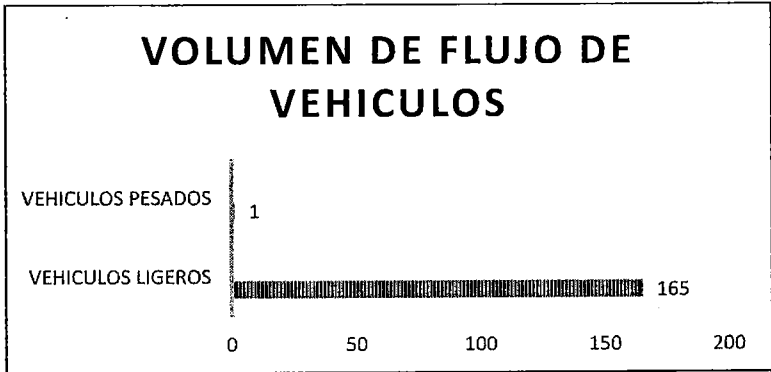
Fuente: Elaboración propia a partir de aforos, 2025

Al contrastar las Gráficas 2 y 4, se identifica que una proporción relevante del flujo vehicular presenta como dirección dominante el **este**, lo que sugiere un corredor de mayor demanda hacia ese sentido y, por volumen, un posible foco de interacción/conflicto a priorizar en el control operativo.

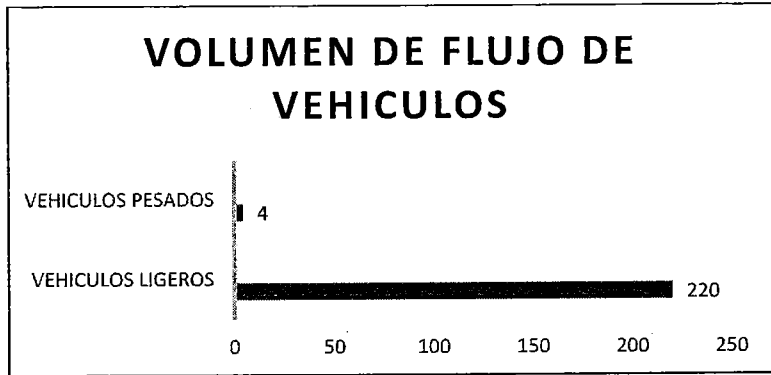
- Graficas de Volumen de flujo de vehículos pesados vs Vehículos ligeros.



Grafica 5. Volumen de Flujo de vehículos



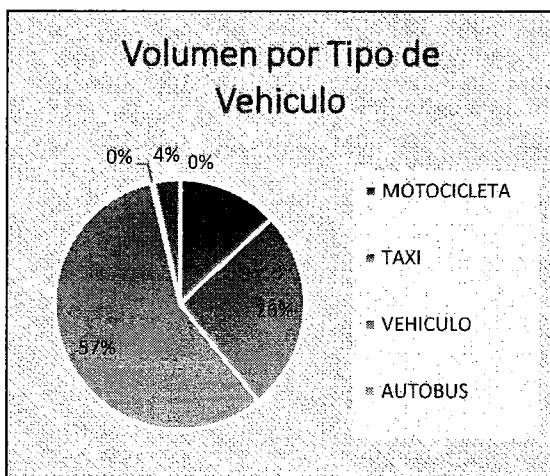
Grafica 6. Volumen de Flujo de vehículos



Grafica 7. Volumen de Flujo de vehículos

MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMIÓN	TRACTOCAMIÓN ARTICULADO
38	76	166	1	10	0

Tabla de soporte de grafica 4

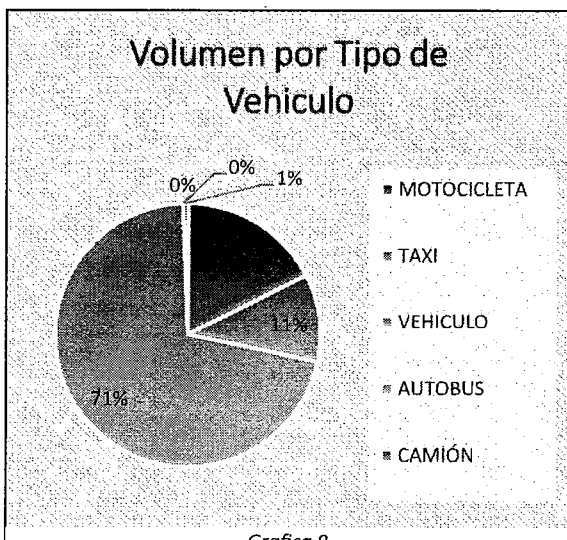


Grafica 8

La Gráfica 8 (Tabla de soporte de grafica 5) evidencia que, del volumen vehicular asociado a la Av. Nápoles, el 57% corresponde a vehículos tipo A2 (vehículos privados pequeños, SUV y pickups); en segundo término, se ubican los taxis. En el entorno inmediato del IMSS se registró una presencia elevada de taxis, consistente con la demanda de usuarios del servicio.

MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMIÓN	TRACTOCAMIÓN ARTICULADO
29	18	118	0	0	1

Tabla de soporte de grafica 5

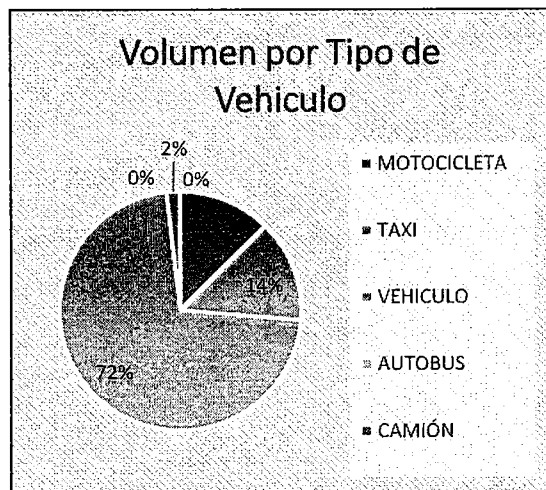


Grafica 9

La Gráfica 9 (Tabla de soporte de grafica 6) muestra que, del flujo que se origina en la Av. Adolfo López Mateos (sentido este-oeste), el 71% corresponde a vehículos tipo A2 (vehículos privados pequeños, SUV y pickups); en segundo término, se ubican las motocicletas con 17%.

MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMIÓN	TRACTOCAMIÓN ARTICULADO
28	31	161	0	4	0

Tabla de soporte de grafica 6



Gráfica 10

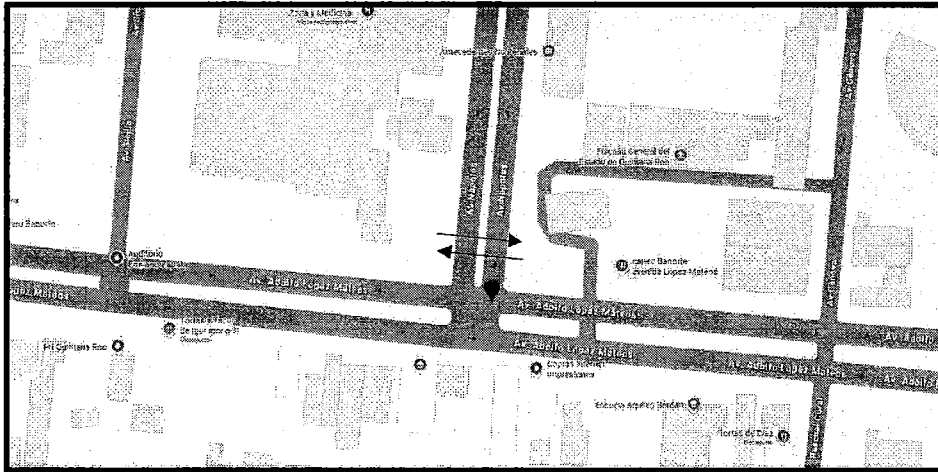
La Gráfica 10 (Tabla de soporte de grafica 7) indica que, del flujo que se origina en la Av. Adolfo López Mateos (sentido oeste-este), el 72% corresponde a vehículos tipo A2 (vehículos privados pequeños, SUV y pickups); en segundo término, se ubican los taxis.

- Representación de las 3 direcciones del aforo peatonal.

En las Ilustraciones 12, 13 y 14 se representan gráficamente los sentidos de cruce peatonal y los puntos de conteo considerados para el aforo peatonal realizado en la intersección Nápoles-López Mateos. En estas imágenes se indican, mediante flechas y señalizaciones sobre los pasos peatonales, las trayectorias que siguen las personas al cruzar cada brazo del cruce, diferenciando los cruces en cada esquina y los sentidos de desplazamiento entre las banquetas opuestas.

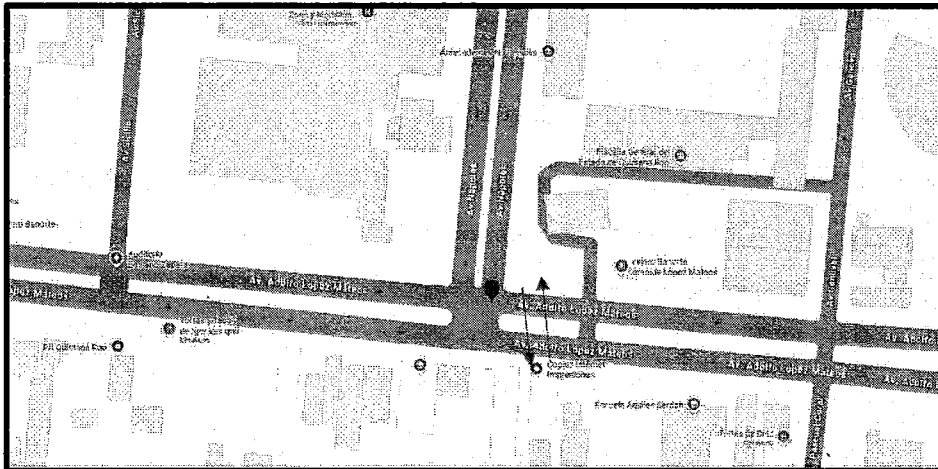
Estas ilustraciones permiten visualizar con claridad en qué puntos se ubicaron los aforos peatonales, qué rutas de cruce fueron contabilizadas y cómo se distribuyen los flujos peatonales en el entorno inmediato de la intersección. De esta manera, las Ilustraciones 12, 13 y 14 sirven como apoyo gráfico para interpretar las tablas y gráficas de aforo peatonal presentadas en el capítulo de resultados, y facilitan la comprensión del análisis técnico sobre la intensidad de uso peatonal, la exposición al riesgo y las necesidades de mejora en la infraestructura de cruce y accesibilidad.

Ilustración 12. Av. Nápoles para el aforo peatonal



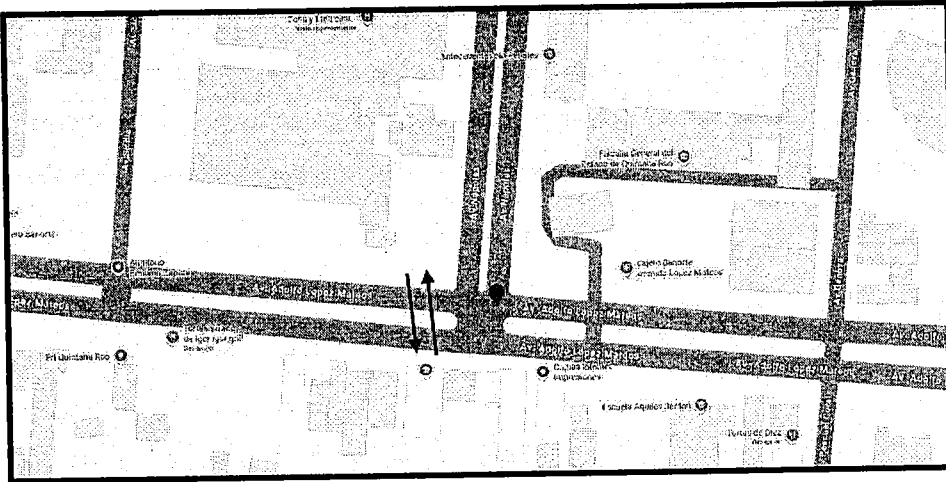
Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

Ilustración 13. Av. Adolfo López Mateos (Lado Este) para el aforo peatonal



Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

Ilustración 14. Av. Adolfo López Mateos (Lado Oeste) para el aforo peatonal



Fuente: Captura de Google Maps (consulta: 1 de diciembre de 2025).

6.3 Resultados del aforo peatonal

El aforo peatonal realizado muestra una presencia constante de personas peatones, con picos asociados a horarios laborales y escolares. Destaca la alta proporción de usuarios vulnerables (niñas, niños, personas adultas mayores y personas con movilidad reducida), lo que coincide con la literatura que identifica a estos grupos como los más expuestos a atropellamientos en entornos urbanos (Rodríguez et al., 2014; Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021).

En la intersección, las trayectorias peatonales observadas revelan que muchas personas cruzan en trayectorias diagonales o fuera de los pasos marcados, debido a que la localización de los cruces no coincide con los deseos de recorrido ni con los accesos a paradas de transporte o comercios cercanos. La Guía de infraestructura segura en SIT y el Manual de Calles enfatizan que, cuando los cruces peatonales no responden a los orígenes y destinos reales, las personas tienden a generar “cruces espontáneos”, incrementando el riesgo (Fonadin & Gobierno de México, 2022; Manual de Calles, 2019).

Asimismo, se observaron tiempos de espera prolongados para cruzar, particularmente en López Mateos, lo que lleva a algunas personas a aprovechar “huecos” en el tránsito, incluso cuando las condiciones no son del todo seguras. Este patrón de comportamiento es consistente con lo reportado en auditorías viales de puntos negros, donde la insuficiencia de tiempos seguros o la falta de control semafórico derivan en decisiones de cruce riesgosas (Rodríguez et al., 2014).

Estos hallazgos permiten responder a la pregunta específica “¿Cómo se comporta el flujo peatonal y quiénes son los usuarios más expuestos?”, y refuerzan la necesidad de priorizar medidas de diseño que reduzcan la distancia de cruce, incorporen refugios peatonales y mejoren la visibilidad mutua entre conductores y peatones, tal como recomiendan las guías de diseño seguro (WRI, s. f.; OMS, 2021).



6.3 Resultados del aforo peatonal

Aforo Peditonal Manual											
Vialidad de Aforo: Av. Napoléon		FECHA: 22 de Noviembre		HORA DE INICIO: 10:28		PROYECTO: Av. Napoléon Est. Av. Adolfo López Mateos					
Vialidad de Aforo: Av. Napoléon		HORA DE FIN: 11:28		AFORADOR: Ian Amín Pérez Mendez, Leandro Guillermo Quetzal González, Carlos Iván Xu Gómez							
GÉNERO		MASCULINO		FEMENINO							
MOVIMIENTO	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Vialidad de Aforo: Av. Napoléon		TOTAL (12:15 a 12:30)		TOTAL (12:30 a 12:45)		TOTAL (12:45 a 13:00)		TOTAL (13:00 a 13:15)		Sumatoria por periodo de 15 Min	
		2	11	6	1	8	3	31			
		8	4	1	10	7	2	32			
		1	15	7	7	2	1	33			
		11	1	2	8	4	3	26			
Sumatoria por Rango de Personas * Hora		3	45	18	1	33	16	122			
Vialidad de Aforo: Av. Adolfo López Mateos (Lado Este)		TOTAL (12:15 a 12:30)		TOTAL (12:30 a 12:45)		TOTAL (12:45 a 13:00)		TOTAL (13:00 a 13:15)		Sumatoria por periodo de 15 Min	
		1	5	2	6	9	1	13			
		2	1	1	2	4	3	14			
		2	3	1	4	1	0	11			
		2	2	6	2	20	1	3			
Sumatoria por Rango de Personas * Hora		3	8	6	1	2	0	41			
Vialidad de Aforo: Av. Adolfo López Mateos (Lado oeste)		TOTAL (12:15 a 12:30)		TOTAL (12:30 a 12:45)		TOTAL (12:45 a 13:00)		TOTAL (13:00 a 13:15)		Sumatoria por periodo de 15 Min	
		14	1	11	5	1	2	29			
		4	1	7	3	2	1	11			
		5	5	7	3	2	3	13			
		8	2	26	0	4	3	13			
Sumatoria por Rango de Personas * Hora		0	31	2	0	26	4	66			

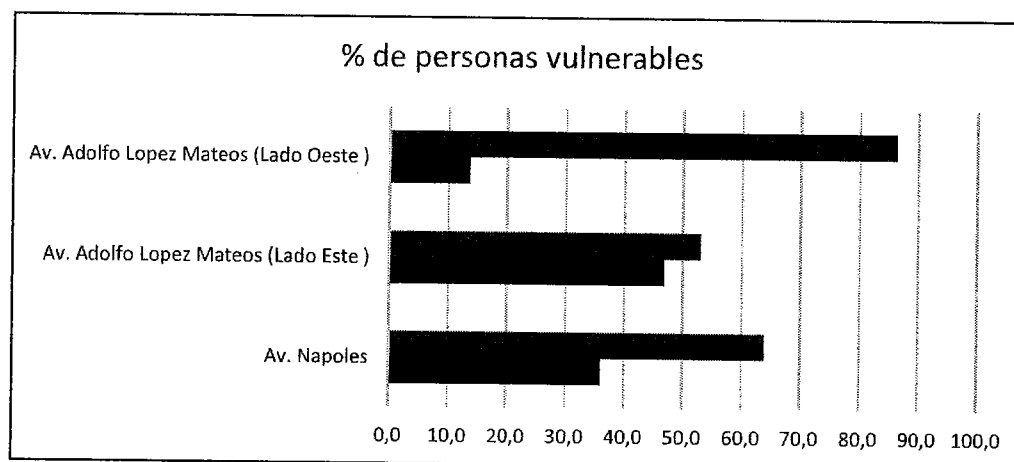
Tabla 7. Aforo peatonal de la intersección Napoléon-López Mateos.
Fuente: Elaboración propia con base en Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo

Para la caracterización del flujo peatonal se realizó la tabla 6 que es un aforo peatonal manual en los principales cruces del cruce, registrando el número de personas que atraviesaban cada paso peatonal en intervalos de 15 minutos, diferenciando el tipo de usuario (adultos, personas adultas mayores, niñas y niños, personas con movilidad reducida). La información obtenida se sistematizó en una tabla específica de aforo peatonal, en la que se presenta el volumen total observado por cruce y por franja horaria, lo que permite identificar los puntos con mayor concentración de peatones y la presencia de grupos vulnerables.

A partir de esa tabla se elaboraron diversas gráficas (por ejemplo, de barras y comparativas entre cruces), que facilitaron visualizar la distribución del flujo peatonal en la intersección y reconocer aquellos pasos donde la demanda es más elevada. Estas gráficas, construidas directamente a partir del aforo y de la tabla de resultados, sirvieron como base para un análisis técnico más detallado del comportamiento peatonal, permitiendo relacionar los volúmenes de peatones con las condiciones de geometría, accesibilidad y señalización evaluadas en la auditoría de seguridad vial.

Brazo de intersección	Sumatoria de personas vulnerables	% de personas vulnerables	% de personas Joven/Adulto
Av. Nápoles	44	36,1	63,9
Av. Adolfo López Mateos (Lado Este)	31	47,0	53,0
Av. Adolfo López Mateos (Lado Oeste)	9	13,6	86,4

Tabla de soporte de grafica 7



Graficá 11

Gráfica 11 (Tabla de soporte de grafica 8) (Av. Nápoles). En el cruce peatonal sobre Av. Nápoles, aproximadamente 4 de cada 10 peatones corresponden a población vulnerable (niños, adultos mayores o personas con discapacidad), lo que sustenta la priorización de mejoras en rampas, tiempos de cruce y calmado/reducción de velocidad vehicular en esta aproximación.

Gráfica 11 (Tabla de soporte de grafica 8) (Av. Adolfo López Mateos, lado este). En el cruce peatonal del lado este, aproximadamente 5 de cada 10 peatones pertenecen a población vulnerable, reforzando la necesidad de condiciones de cruce accesibles y seguras.

La tabla de la gráfica 8 asociada al registro del cruce (Av. Adolfo López Mateos, lado oeste). En el cruce peatonal del lado oeste, aproximadamente 2 de cada 10 peatones corresponden a población vulnerable

6.4 Evaluación de señalización

El inventario de señalización realizado en campo se resume en la Tabla 7, donde se identifican dispositivos preventivos, restrictivos, informativos y de marcaje horizontal presentes en la intersección y sus accesos inmediatos. Como se observa en dicha tabla, la intersección cuenta con algunas señales preventivas y restrictivas, pero se detectan ausencias importantes de señalización vertical y horizontal clave para la seguridad peatonal y la orientación de los movimientos de giro.

Al contrastar el inventario con la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito (SICT & SEDATU, 2022, 2023), se identifican al menos tres tipos de incumplimiento:

- a) falta de señales preventivas en aproximaciones críticas,
- b) marcas de cruce peatonal desgastadas o inexistentes, y
- c) ausencia de canalización visual (flechas direccionales, límites de carril) en zonas donde se concentran giros y cambios de trayectoria.

Por ejemplo, mientras el Manual de señalización establece que los cruces peatonales en zonas urbanas con alta demanda deben contar con marcas visibles, iluminación adecuada y, de ser posible, señalización vertical de advertencia al conductor, en la intersección Nápoles–López Mateos se observan pasos peatonales parcialmente borrados y sin dispositivos complementarios que alerten sobre la presencia de peatones (SICT & SEDATU, 2023; Manual de Calles, 2019).

Adicionalmente, se constató que algunos dispositivos no cumplen con los requerimientos de visibilidad y mantenimiento (por ejemplo, señales desgastadas, parcialmente cubiertas por ramas de árboles o posicionadas fuera del campo visual óptimo del conductor). Estas condiciones replican hallazgos de auditorías viales en otras ciudades latinoamericanas, donde el deterioro del señalamiento y su ubicación inadecuada se asocian con atropellamientos y maniobras inesperadas (Rodríguez et al., 2014; Dos Santos, 2022).

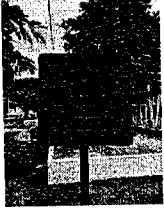
En la Tabla 8 se presenta el inventario de señalización de la intersección Nápoles–López Mateos, elaborado con base en evidencia fotográfica y trabajo de campo, utilizando la clasificación oficial de señales establecida en la NOM-034-SCT2-SEDATU-2022 y en el Manual de señalización vial (NOM-034-SCT2/SEDATU, 2022; SICT & SEDATU, 2023). Para cumplir con el indicador de conformidad, cada dispositivo inventariado se evaluó con un criterio operativo de visibilidad y funcionalidad: se clasificó como “cumple” cuando el dispositivo se encuentra visible y funcional en campo, y como “no cumple” cuando su condición reporta baja o nula visibilidad o condición física

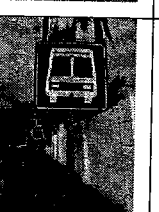
incompatible con su función regulatoria o preventiva, con descriptores tales como nada visible, poco visible, medianamente visible, desgastada o mal estado.

A partir de este criterio se evaluaron 37 dispositivos registrados en el inventario. Del total, 19 dispositivos se clasificaron como “cumple” y 18 como “no cumple”, por lo que el porcentaje de no conformidad es 48.6 por ciento y el porcentaje de conformidad es 51.4 por ciento. La no conformidad se concentra principalmente en señales restrictivas y de servicios que, aun estando presentes, no resultan legibles o visibles por deterioro severo, vandalismo o baja visibilidad, como se evidencia en registros de señales “prohibido estacionarse” reportadas como nada visibles o poco visibles y muy deterioradas. Este resultado es relevante porque, al contrastar el inventario con los criterios normativos de señalización y control, la pérdida de legibilidad y la ausencia práctica de señales funcionales reduce la capacidad de anticipación y refuerza conductas de estacionamiento indebido y detenciones en zonas críticas, lo que incrementa fricción operativa y riesgo en el área de conflicto de la intersección.

Tabla 8. Inventario y evaluación de señalización

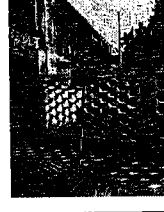
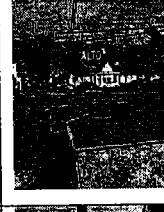
Nº	Imagen	Clave	Tipo de señalamiento	Nombre oficial	Condiciones	Cumple o No cumple
1		Sp-32	Señal preventiva	Peatones	Estado visible pero vandalizado. No afecta la visibilidad	Cumple
2		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Nada visible. Señal muy deteriorada.	No Cumple
3		SIS-51	Señal informativa de servicios	Accesibilidad	Señal nada visible. Muy deteriorada y vandalizada.	No Cumple

4		SIS-51	Señal informativa de servicios	Accesibilidad	Señal desgastada.	No Cumple
5		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Visible pero deteriorada.	Cumple
6		SIS-51	Señal informativa de servicios	Accesibilidad	Señal nada visible Muy deteriorada y vandalizada.	No Cumple
7		SR-6	Señal restrictiva	Alto	Señal visible y en buen estado.	Cumple
8		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Visible y en buen estado.	Cumple
9		Sp-32	Señal preventiva	Peatones	Estado visible y en buen estado.	Cumple
10		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Visible y en buen estado.	Cumple

11		SIS-51	Señal informativa de servicios	Accesibilidad	Señal deteriorada pero medianamente visible.	No Cumple
12		SR-6	Señal restrictiva	Alto	Señal deteriorada pero medianamente visible.	No Cumple
13		SIS-51	Señal informativa de servicios	Accesibilidad	Señal visible Deteriorada pero visible.	Cumple
14		Sp-32	Señal preventiva	Peatones	Estado visible y en buenas condiciones.	Cumple
15		Sp-32	Señal preventiva	Peatones	Estado visible y en buenas condiciones.	Cumple
16		Sis-19	Señal informativa de servicios	Parada de bus	Señal deteriorada pero medianamente visible.	No Cumple
17		Sis-19	Señal informativa de servicios	Parada de bus	Estado visible y en buenas condiciones.	Cumple

18		SIS-51	Señal informativa de servicios	Accesibilidad	Señal visible Deteriorada pero visible.	Cumple
19		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Señal poco visible y muy deteriorada	No Cumple
20		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Estado visible y en buenas condiciones.	Cumple
21		SR-23A	Señal restrictiva	Prohibida la vuelta a la izquierda	Señal poco visible y muy deteriorada	No Cumple
22		SR-26	Señal restrictiva	Prohibido circular de frente	Señal nada visible Muy deteriorada y vandalizada.	No Cumple
23		SR-6	Señal restrictiva	Alto	Señal en buen estado Y visible.	Cumple
24		-----	-----	-----	Mal estado y no visible	No Cumple

25		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Señal visible y Un poco deteriorada	Cumple
26		SR-26	Señal restrictiva	Prohibido circular de frente	Señal visible.	Cumple
27		SR-23	Señal restrictiva	Prohibido la vuelta a la derecha	Señal poco visible, muy deteriorada.	No Cumple
28		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Señal nada visible y muy deteriorada	No Cumple
29		SID	Señales de Destino	Señales informativas de destino	Señal en mal estado y algo visible.	No Cumple
30		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Señal poco visible y muy deteriorada	No Cumple
31		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Señal poco visible y muy deteriorada	No Cumple

32		Sp-32	Señal preventiva	Peatones	Estado visible y en buenas condiciones.	Cumple
33		----	----	----	Señal nada visible y muy deteriorada	No Cumple
34		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Señal poco visible y muy deteriorada	No Cumple
35		SR-6	Señal restrictiva	Alto	Señal en buen estado Y visible.	Cumple
36		SR-22	Prohibido estacionarse	Señal restrictiva	Señal visible	Cumple
37		Sp-32	Señal preventiva	Peatones	Estado visible y en buenas condiciones.	Cumple

- Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo y de la clasificación oficial de señales establecida en la NOM-034-SCT2-SEDATU-2022 y en el Manual de señalización vial (SICT & SEDATU, 2023)

Nota metodológica: Se evaluaron 37 dispositivos inventariados. Se clasificó como “cumple” cuando el dispositivo es visible y funcional, y como “no cumple” cuando presenta baja o nula visibilidad o deterioro que impide su función. Se obtuvo 19 dispositivos “cumple” y 18 “no cumple”.

- Porcentaje de conformidad 51.4 %.
- Porcentaje de no conformidad 48.6 %.

6.5 Análisis estadístico de siniestros viales a partir de fuentes oficiales

En el presente capítulo se integran los resultados del diagnóstico de la intersección a partir de dos fuentes oficiales de datos de siniestralidad obtenidas en niveles distintos de gobierno. Por un lado, se consultaron los registros de alcance nacional disponibles mediante la plataforma INEGI, con el fin de identificar la ocurrencia y características generales de los siniestros asociados al punto de estudio; y, por otro, se incorporó un análisis de alcance local con información proporcionada por la Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC), que permite precisar el comportamiento de los eventos registrados en el entorno inmediato. La triangulación de ambas fuentes fortalece la consistencia del análisis y permite contrastar patrones de siniestralidad desde una perspectiva nacional y municipal/estatal.

6.5.1. Análisis estadístico de siniestros viales a partir de datos del INEGI

Para tener mayor información relacionada a la intersección de estudio se realizó una investigación y análisis estadístico de los incidentes viales que ocurrieron en área de estudio de mayor a menor.

Se realizó una captura de datos de accidentes viales por medio de INEGI en el portal en línea en el apartado de programas de información (Información Económica) misma que tiene un subapartado de “accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas” (ATUS) donde se presentan un listado de archivos de datos abiertos que se georefencia a 182 municipios.

Se obtuvieron la base municipal de accidentes de tránsito georefenciados del año 2019,2020,2021,2022,2023 y hasta 2024. Los archivos se pudieron analizar en la aplicación de QGIS donde se representó con una simbología los accidentes por coordenadas, pero no presentaba mayor información que se pueda analizar con estadística y nos permita determinar información importante como;

Rango horario de mayores accidentes

Mes con mayor cantidad de accidentes

Día con mayor cantidad de accidentes

Por último: El dato más importante “Tipo de accidente” Por vehículo y si hubo o no personas lesionadas.

Mientras mayor sea la disponibilidad y calidad de la información, más robustos y precisos serán los análisis realizados y, en consecuencia, más sólidas las conclusiones que se deriven.

A partir de la base ATUS/INEGI georreferenciada en QGIS, se revisaron los registros del periodo 2019–2024 para el entorno de la intersección Nápoles–López Mateos. En los mapas anuales (Ilustraciones 15–17) se observa que no se identificaron registros en el entorno inmediato del cruce para 2019 y 2020, mientras que para 2021 y 2022 aparece un registro cercano a la intersección. En consecuencia, la evidencia ATUS/INEGI a escala puntual resulta limitada para caracterizar la siniestralidad del cruce, por lo que se complementa con la fuente local (SSC) para mejorar la granularidad del análisis

Para evitar interpretaciones contradictorias, es importante precisar que los resultados presentados provienen de dos análisis separados y no comparables de forma directa: el primero se basa en registros INEGI, cuya cobertura y propósito es nacional y puede no reflejar con detalle eventos a escala puntual; el segundo utiliza información de la Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC), que corresponde a un registro local más granular y, por tanto, más pertinente para caracterizar siniestros en el entorno inmediato de la intersección estudiada. En este sentido, la “ausencia de registro” en INEGI debe entenderse como limitación de escala/filtros de consulta, mientras que la SSC se asume como la fuente principal para el diagnóstico local del sitio.

- Mapas analizados en QGIS por año según base de datos proporcionada por INEGI.

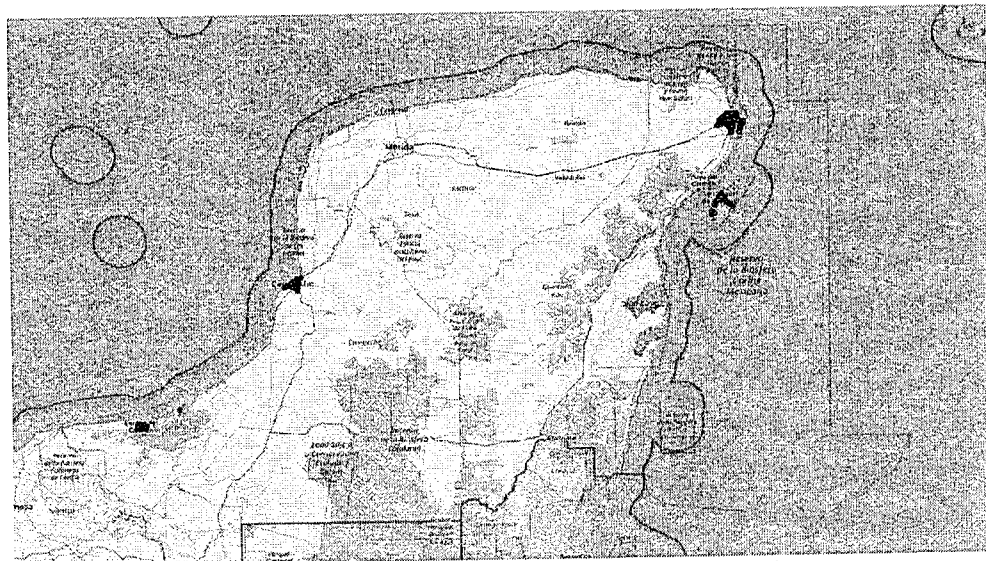


Ilustración 15. Mapa de siniestros viales 2019–2024 en el entorno de la intersección Nápoles–López Mateos.

Fuente: Elaboración propia en QGIS con base en datos de accidentes de tránsito del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025)

En la Ilustración 15 se presenta el mapa de concentración de siniestros viales del año 2019 elaborado en QGIS a partir de la base de datos de accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025). No se encuentra registro de accidente alguno en Chetumal, Quintana Roo.

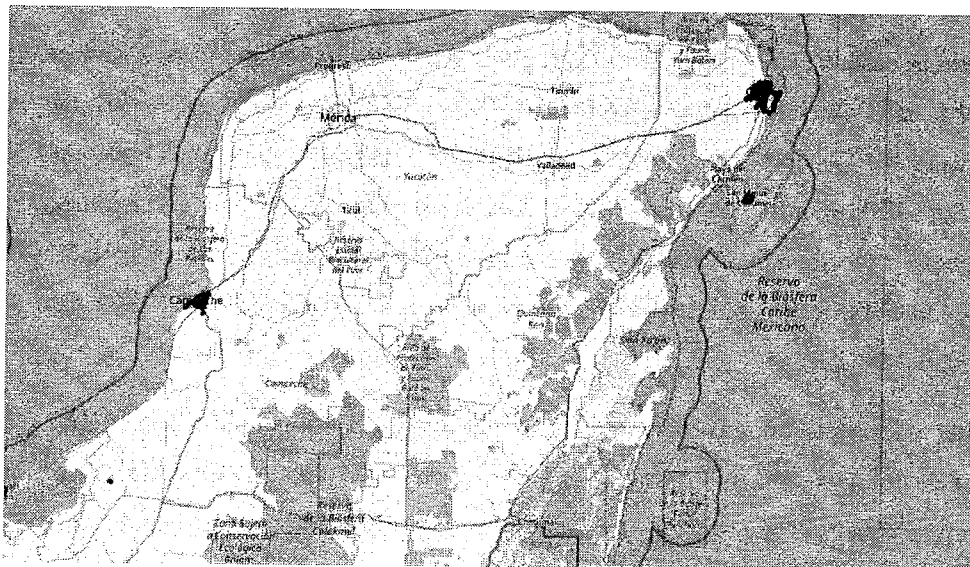


Ilustración 16. Mapa de siniestros viales 2019–2024 en el entorno de la intersección Nápoles–López Mateos.
Fuente: Elaboración propia en QGIS con base en datos de accidentes de tránsito del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025)

En la Ilustración 16 se presenta el mapa de concentración de siniestros viales del año 2020 elaborado en QGIS a partir de la base de datos de accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025). No se encuentra registro de accidente alguno en Chetumal, Quintana Roo.

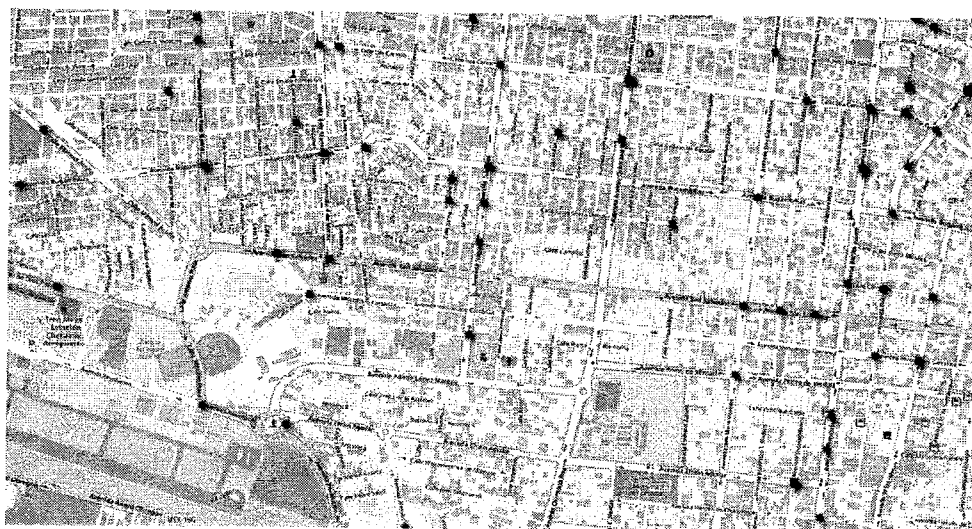


Ilustración 17. Mapa de siniestros viales 2019–2024 en el entorno de la intersección Nápoles–López Mateos.
Fuente: Elaboración propia en QGIS con base en datos de accidentes de tránsito del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025)

En la Ilustración 17 se presenta el mapa de concentración de siniestros viales del año 2021 elaborado en QGIS a partir de la base de datos de accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025). Se encuentran varios siniestros en el área delimitada, pero solo uno cercano a la intersección.

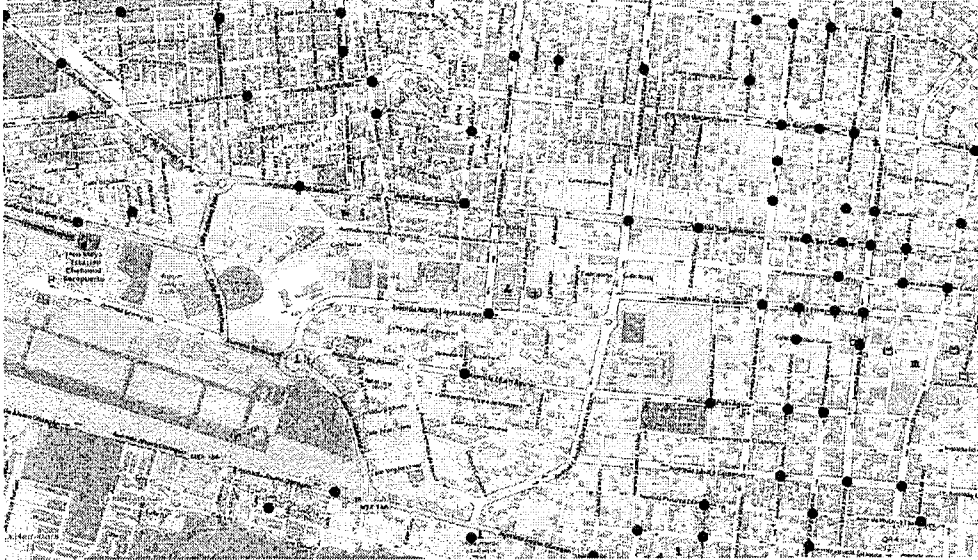


Ilustración 18. Mapa de siniestros viales 2019–2024 en el entorno de la intersección Nápoles–López Mateos.
Fuente: Elaboración propia en QGIS con base en datos de accidentes de tránsito del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025)

En la Ilustración 18 se presenta el mapa de concentración de siniestros viales del año 2022 elaborado en QGIS a partir de la base de datos de accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025). Se encuentran varios accidentes en toda la ciudad, y por primera ocasión existe registro de 1 exactamente en la intersección analizada.



Ilustración 19. Mapa de siniestros viales 2019–2024 en el entorno de la intersección Nápoles–López Mateos.
Fuente: Elaboración propia en QGIS con base en datos de accidentes de tránsito del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025)

En la Ilustración 19 se presenta el mapa de concentración de siniestros viales del año 2023 elaborado en QGIS a partir de la base de datos de accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025). Se encuentran varios accidentes en toda la ciudad, pero ninguno en la región delimitada de la auditoría.

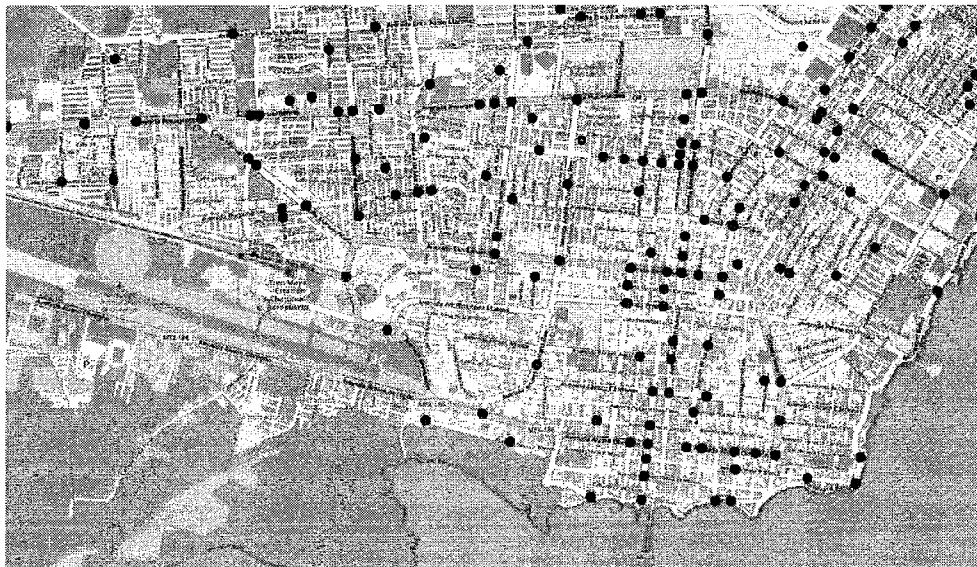


Ilustración 20. Mapa de siniestros viales 2019–2024 en el entorno de la intersección Nápoles–López Mateos.
Fuente: Elaboración propia en QGIS con base en datos de accidentes de tránsito del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025)

En la Ilustración 20 se presenta el mapa de concentración de siniestros viales del año 2024 elaborado en QGIS a partir de la base de datos de accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025). Se encuentran varios accidentes en toda la ciudad, pero ninguno en la región delimitada de la auditoría.

Por medio de la base de datos que se consiguió a partir de una solicitud a la secretaria de Seguridad Ciudadana (SSC) se obtuvieron los siguientes datos:

17,765 accidentes en el municipio de Othón P. Blanco que se contabilizan a partir de 1 de enero del 2019 y terminan de contabilizarse el 30 de septiembre del 2024

De los cuales 121 fueron en la Colonia Italia misma que corresponde a la analizada en este proyecto.

Para poder determinar un estudio más específico se realizó un filtrado de la base de datos buscando exclusivamente los siniestros que ocurrieron exactamente en la intersección de las avenidas del estudio, es decir la Av. Nápoles esq. Av. Adolfo López Mateos.

Análisis de la base de datos por colonia:

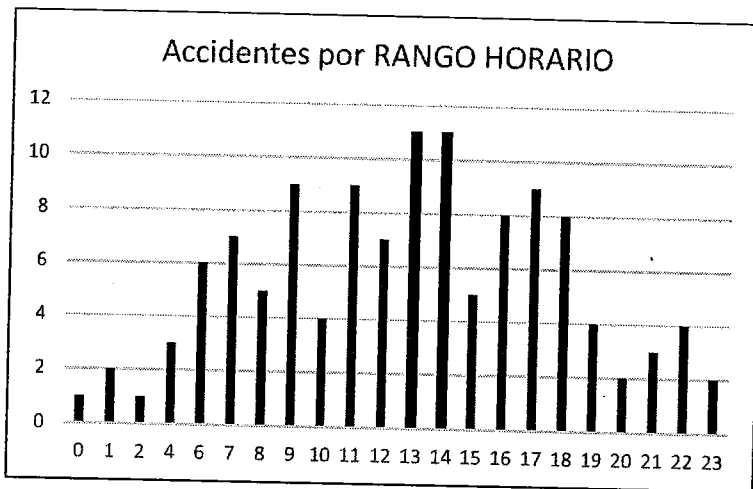
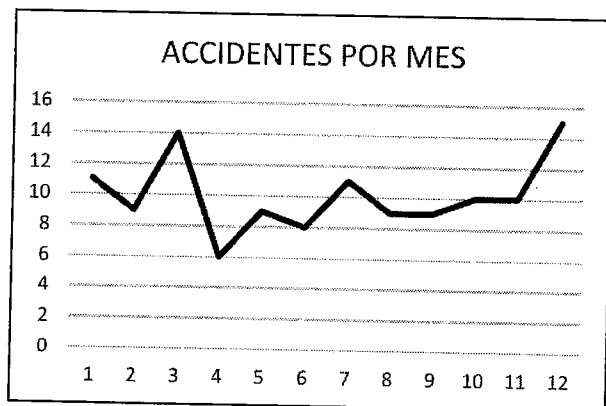
[illegible]

En la Ilustración 21 se muestra el extracto de la base de datos de accidentes de tránsito por colonia, proporcionada por la Secretaría de Seguridad Ciudadana de Chetumal (Secretaría de Seguridad Ciudadana de Chetumal [SSC Chetumal], 2024).

RANGO HORARIO	CANTIDAD DE ACCIDENTES
0	1
1	2
2	1
4	3
6	6
7	7
8	5
9	9
10	4
11	9
12	7
13	11
14	11
15	5
16	8
17	9
18	8
19	4
20	2
21	3
22	4
23	2

Tabla de soporte de grafica 9

Grafica 13



Grafica 12

La Gráfica 12 (Tabla de soporte de grafica 10) muestra que el intervalo crítico se ubica entre 13:00 y 14:00 horas, al concentrar la mayor frecuencia de accidentes viales registrados en la colonia Italia.

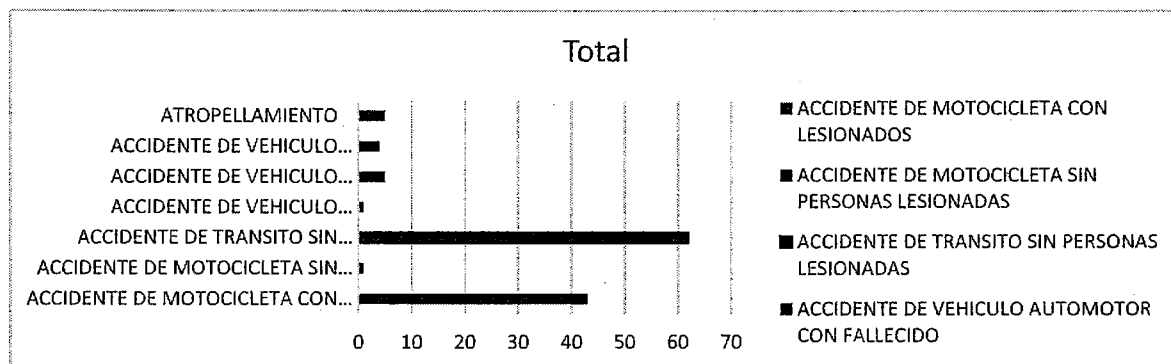
Tabla de soporte de grafica 8

MES DEL ACCIDENTE	CANTIDAD DE ACCIDENTES
enero	11
febrero	9
marzo	14
abril	6
mayo	9
junio	8
julio	11
agosto	9
septiembre	9
octubre	10
noviembre	10
diciembre	15

La Gráfica 13 (Tabla de soporte de grafica 9) muestra que diciembre es el mes crítico, al concentrar la mayor frecuencia de días con accidentes viales en la colonia Italia.

TIPO DE ACCIDENTE	TOTAL POR TIPO DE ACCIDENTE
ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	43
ACCIDENTE DE MOTOCICLETA SIN PERSONAS LESIONADAS	1
ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	62
ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON FALLECIDO	1
ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	5
ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR SIN LESIONADOS	4
ATROPELLAMIENTO	5
Total general	121

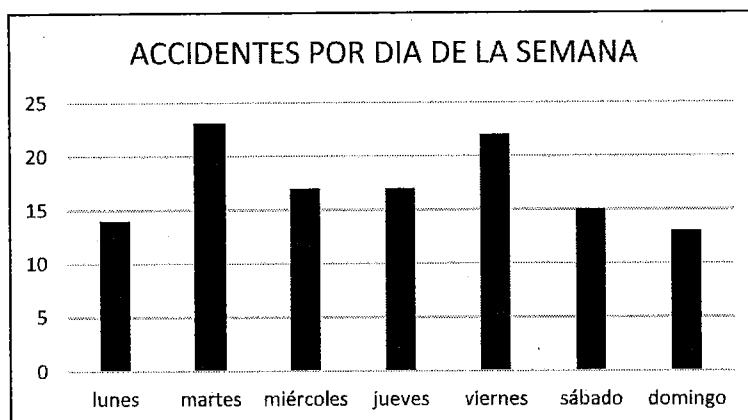
Tabla de soporte de grafica 10



Gráfica 14

Gráfica 14 (Tabla de soporte de grafica 11). La Gráfica 14 y su tabla asociada evidencian que el tipo de evento más frecuente fue el “accidente de tránsito sin personas lesionadas”, seguido del “accidente de motocicleta con lesionados”; este patrón aporta contexto sobre la vulnerabilidad asociada a motociclistas en la colonia Italia.

DIA DEL ACCIDENTE	ACCIDENTES POR DIA DE LA SEMANA
lunes	14
martes	23
miércoles	17
jueves	17
viernes	22
sábado	15
domingo	13



Gráfica 15

Tabla de soporte de grafica 11

Gráfica 15 (Tabla de soporte de grafica 12). La Gráfica 15 y su tabla asociada indican que el martes fue el día con mayor ocurrencia de accidentes, seguido del viernes. En consecuencia, el martes se considera un día crítico y justifica un análisis posterior de factores asociados (p. ej., flujos, horarios, actividades del entorno y condiciones operativas).

Una vez analizada la base de datos por colonia proporcionada por la secretaria de seguridad ciudadana por graficas donde se definió el rango horario crítico, el mes crítico, los tipos de accidentes ocurrieron (Tipo de vehículo, Hubo o No lesionados) y el día de la semana donde más accidentes ocurrieron que nos permitió definir el día crítico (martes)

Resumen de datos críticos según estadística:

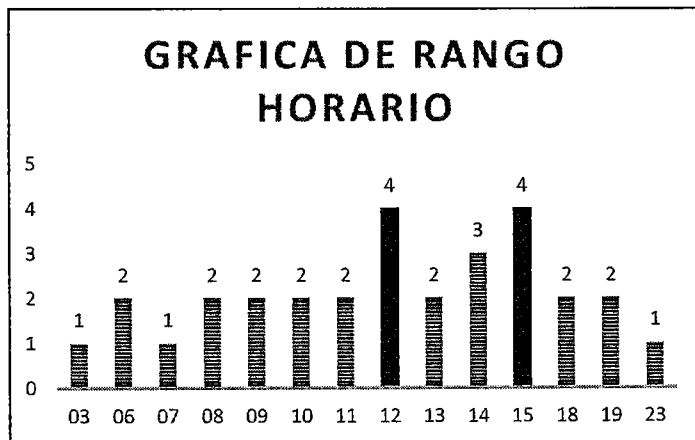
- Día crítico: martes
- Rango horario crítico: 13:00 a 14:59
- Mes crítico: Diciembre
- Accidente más repetido:
- “Accidente de tránsito sin personas lesionadas”, seguido de “Accidente de motocicleta con lesionados”

Análisis de la base de datos por Intersección (Av. Nápoles esq. Av. Adolfo López Mateos):

FECHA	DÍA	MES	AÑO	HORA	RANGO	TIPO DE INCIDENTE	Dirección	MUNICIPIO	COLONIA DESCRIPCION
26/04/2018	domingo	abril	2018	15:30:34	15	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
14/05/2018	domingo	mayo	2018	07:51:06	07	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON FALLIDO	AV ADOLFO LOPEZ MATEOS/AV NAPOLES	OPB	Italia
12/06/2018	jueves	junio	2018	08:02:25	08	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Princ Campestre
17/06/2018	viernes	junio	2018	14:49:29	14	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	AV ADOLFO LOPEZ MATEOS/AV NAPOLES	OPB	Italia
18/10/2018	viernes	octubre	2018	08:08:47	08	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
20/11/2018	viernes	noviembre	2018	12:16:21	12	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV ADOLFO LOPEZ MATEOS/AV NAPOLES	OPB	Princ Campestre
27/11/2018	viernes	noviembre	2018	14:00:01	14	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
14/01/2020	miércoles	enero	2020	10:08:27	10	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Princ Campestre
19/02/2020	miércoles	febrero	2020	12:40:58	12	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Princ Campestre
04/03/2020	miércoles	marzo	2020	12:52:23	12	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
14/03/2020	viernes	marzo	2020	13:19:06	13	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
14/07/2020	miércoles	julio	2020	03:02:19	03	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Princ Campestre
09/09/2020	miércoles	septiembre	2020	05:21:04	15	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
09/09/2020	miércoles	septiembre	2020	15:48:31	15	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
22/10/2020	jueves	octubre	2020	09:04:57	09	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
12/12/2020	viernes	diciembre	2020	13:25:51	13	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Princ Campestre
09/06/2021	jueves	junio	2021	09:53:58	09	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
25/07/2021	domingo	julio	2021	06:14:41	06	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
18/08/2021	miércoles	agosto	2021	11:04:07	11	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV ADOLFO LOPEZ MATEOS/AV NAPOLES	OPB	Italia
18/10/2021	miércoles	octubre	2021	12:45:11	12	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
24/11/2021	viernes	noviembre	2021	15:42:26	15	ATROPELLAMIENTO	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Princ Campestre
12/01/2022	miércoles	enero	2022	10:45:21	10	ATROPELLAMIENTO	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
15/01/2022	jueves	enero	2022	19:17:58	19	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV NAPOLES/AV ADOLFO LOPEZ MATEOS	OPB	Italia
17/01/2022	jueves	enero	2022	18:17:07	18	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	NAPOLES SIN ENTRE ADOLFO LOPEZ MATEOS Y EN D. IMES COLONIA: ADOLFO LOPEZ MATEOS / SEQUIRO SOCIAL	OPB	Italia
20/02/2022	viernes	febrero	2022	18:22:04	18	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	ADOLFO LOPEZ MATEOS SIN ENTRE CALLE NAPOLES COLONIA: ITALIA AREA DE URGENCIAS INTERMEDIA	OPB	Princ
22/06/2022	viernes	junio	2022	18:18:17	18	ATROPELLAMIENTO	NAPOLES SIN ENTRE CALLE ADOLFO LOPEZ MATEOS COLONIA: ADOLFO LOPEZ MATEOS SIN EN D. IMES CON ITALIA	OPB	Adolfo López Mateos
07/01/2023	domingo	enero	2023	11:25:34	11	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	CALLE NAPOLES, ENTRE CALLE ADOLFO LOPEZ MATEOS Y CALLE: COLONIA SIN COLONIA, CP 77965, OTÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO	OPB	SIN COLONIA
15/02/2023	jueves	febrero	2023	14:42:21	14	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	CALLE NAPOLES, ENTRE CALLE ADOLFO LOPEZ MATEOS Y CALLE: COLONIA ITALIA, CP 77965, OTÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO	OPB	Italia
11/01/2023	domingo	enero	2023	12:36:18	12	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	CALLE NAPOLES, ENTRE CALLE ADOLFO LOPEZ MATEOS Y CALLE: COLONIA ITALIA, CP 77965, OTÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO	OPB	Italia
20/03/2023	viernes	marzo	2023	06:20:45	06	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	CALLE LOPEZ MATEOS, ENTRE CALLE NAPOLES Y CALLE: COLONIA SIN COLONIA, CP 77965, OTÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO	OPB	SIN COLONIA

Ilustración 22. Extracto de la base de datos de accidentes de tránsito por Intersección Av. Nápoles esq Av. Adolfo López Mateos.

Fuente: Secretaría de Seguridad Ciudadana de Chetumal (SSC Chetumal, 2024).



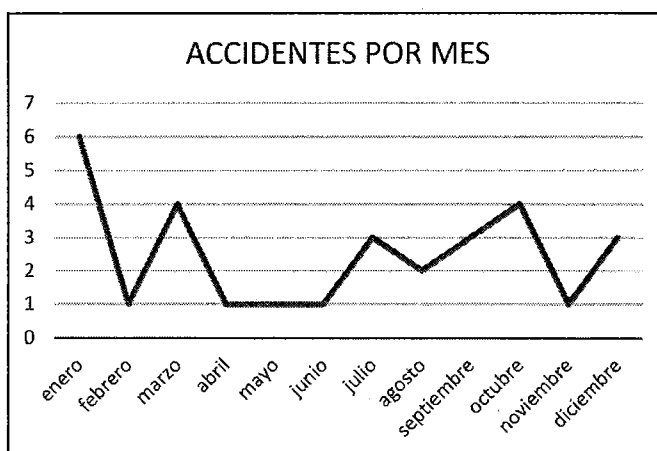
Gráfica 16

Gráfica 16 (Tabla de soporte de grafica 13). La Gráfica 16 muestra que el rango horario crítico se concentra entre 12:00 y 15:00 h, al registrar la mayor frecuencia de accidentes viales en la intersección Av. Nápoles esq. Av. Adolfo López Mateos

RANGO Horario	CANTIDAD DE ACCIDENTES
03	1
06	2
07	1
08	2
09	2
10	2
11	2
12	4
13	2
14	3
15	4
18	2
19	2
23	1

Tabla de soporte de grafica 12

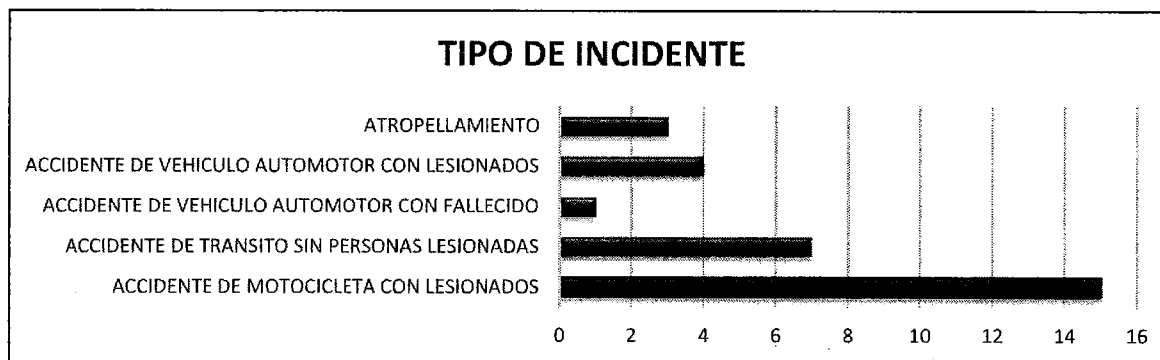
MES DEL ACCIDENTE	CANTIDAD DE ACCIDENTES
enero	6
febrero	1
marzo	4
abril	1
mayo	1
junio	1
julio	3
agosto	2
septiembre	3
octubre	4
noviembre	1
diciembre	3



Gráfica 17

Gráfica 17 (Tabla de soporte de grafica 14) evidencia un pico en enero, identificándolo como el mes crítico por concentrar la mayor cantidad de días con accidentes en la intersección Av. Nápoles esq. Av. Adolfo López Mateos.

Tabla de soporte de grafica 14

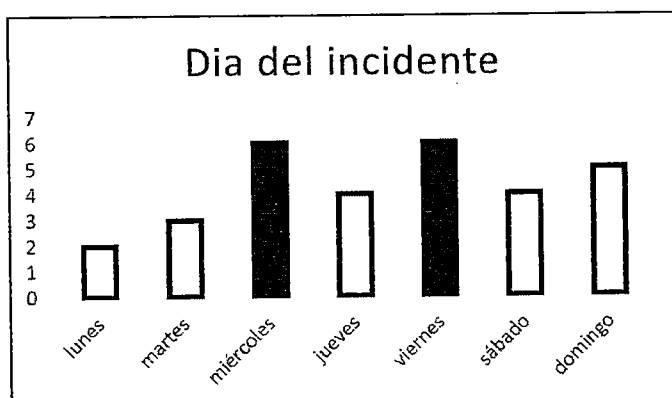


Gráfica 18

(Tabla de soporte de grafica 15) y Gráfica 18 indican que el tipo de evento más frecuente fue el “accidente de motocicleta con lesionados”, seguido del “accidente de tránsito sin personas lesionadas”, lo que aporta contexto sobre la vulnerabilidad asociada a motociclistas en el punto de estudio

TIPO DE ACCIDENTE	TOTAL POR TIPO DE INCIDENTE
ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	15
ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	7
ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON FALLECIDO	1
ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	4
ATROPELLAMIENTO	3

Tabla de soporte de grafica 13



Grafica 19

Día del ACCIDENTE	ACCIDENTE POR DIA DE LA SEMANA
lunes	2
martes	3
miércoles	6
jueves	4
viernes	6
sábado	4
domingo	5

Tabla de soporte de grafica 14

Gráfica 19 (Tabla de soporte de grafica 16) muestra que los días con mayor ocurrencia de accidentes fueron miércoles y viernes; en consecuencia, se consideran días críticos y justifican un análisis posterior de factores asociados (p. ej., flujos, horarios, actividades del entorno y condiciones operativas).

6.6 Identificación de zonas de riesgo o conflicto vial

Con el propósito de cumplir el objetivo de identificar y clasificar zonas de conflicto o riesgo vial en la intersección Nápoles–López Mateos, este apartado integra la evidencia de campo obtenida en la auditoría técnica, los aforos vehiculares y peatonales, el inventario de señalización y la observación estructurada del comportamiento de los usuarios. La lógica del análisis se basa en dos componentes complementarios: primero, la cuantificación de conflictos viales como eventos de interacción de riesgo que anticipan condiciones de inseguridad y desorden operativo en el área de cruce; y segundo, la clasificación de zonas críticas mediante una matriz de riesgo que combina exposición, fricción operativa e infraestructura deficiente. Este procedimiento permite sustentar técnicamente la priorización de frentes de intervención, en congruencia con los criterios de ordenamiento del borde vial, legibilidad del cruce y protección de usuarios vulnerables establecidos en la normativa y lineamientos técnicos aplicables a calles urbanas y señalización vial.

6.6.1. Registro y cuantificación de conflictos viales

Con el fin de evidenciar interacciones de riesgo en la intersección Nápoles–López Mateos, se realizó un registro estructurado de conflictos viales como eventos observables tipo near miss, es decir, interacciones en las que al menos uno de los usuarios realiza una maniobra evasiva o correctiva inmediata, tales como frenado brusco, detención intempestiva, invasión del paso peatonal, cambio repentino de trayectoria o cruce improvisado (ITDP México, 2024). Durante un periodo continuo de 60 minutos se registraron 81 conflictos viales, equivalentes a 81 conflictos por hora. La mayor concentración ocurrió en avenida López Mateos lado oeste con 34 conflictos, seguida por el frente hospitalario lado avenida Nápoles con 25, avenida López Mateos lado este con 12, paradas de transporte público lado fiscalía con 8 y, finalmente, el área central de la intersección con 2 conflictos por giros que cortan trayectorias.

El patrón dominante de conflictos se asocia a fricción por detenciones y reducción de sección útil. En total, 38 conflictos corresponden a detenciones en carril para ascenso y descenso y a doble fila o detención en borde que reduce sección útil, lo que representa 46.9 por ciento del total. Este resultado es técnicamente relevante porque la NOM-004-SEDATU-2023 establece para calles locales anchos de carril en un rango de 2.50 a 3.00 m, por lo que la detención en carril y la doble fila anulan en la práctica esa sección operativa, obligando a cambios de carril y maniobras de evasión en el área de influencia del cruce. Además, la propia NOM-004 señala que en entornos comerciales y de servicios deben implementarse áreas para ascenso y descenso de pasajeros, así como áreas de carga y descarga; en consecuencia, la alta frecuencia de detenciones informales cuantificadas en las zonas del hospital

y paradas de transporte público evidencia la ausencia funcional de dicho ordenamiento, lo que explica la recurrencia de conflictos por bloqueo parcial del arroyo vehicular.

Un segundo grupo crítico corresponde a los conflictos por “ceder el paso” en lugares indebidos, con 20 eventos que representan 24.7 por ciento del total. Este patrón no se interpreta como “conducta amable”, sino como una condición de control deficiente que induce cruces improvisados y genera incertidumbre operacional. Desde el enfoque de control del tránsito, la señalización horizontal debe garantizar prioridades claras mediante líneas de alto y cruces peatonales; el propio documento normativo y de referencia del proyecto establece la necesidad de asegurar el uso adecuado de marcas horizontales M-6 o M-10 para líneas de alto y M-7 para cruces peatonales. Cuando dichas marcas son inexistentes o poco legibles, se favorece precisamente la cesión informal de paso y el cruce por oportunidad, lo que se refleja en la frecuencia de conflictos registrada. De forma complementaria, el Manual de Calles establece que la palabra “Alto” no debe utilizarse sin que esté acompañada de la marca de raya de alto y que entre ambas debe existir una separación de 2 m, lo cual refuerza que la prioridad no puede depender de decisiones improvisadas del conductor, sino de dispositivos visibles y consistentes.

En tercer lugar, se registraron 16 conflictos asociados a salida o entrada de estacionamiento en zona de cruce, equivalentes a 19.8 por ciento del total, concentrados principalmente en avenida López Mateos lado oeste. Este hallazgo se vincula directamente con criterios de ordenamiento del estacionamiento en vía pública. La NOM-004-SEDATU-2023 establece que en estacionamiento en cordón deben delimitarse los cajones e interrumpirse 1 m antes y después de los accesos a predios; cuando no existe esa delimitación o cuando la zona inmediata al cruce se utiliza como área de detención/estacionamiento sin control, se incrementan los eventos de incorporación repentina al flujo y los cortes de trayectoria, que son exactamente los conflictos observados y cuantificados. En coherencia con lo anterior, el Manual de Calles también describe criterios de señalización y dimensiones para ordenar el estacionamiento, como el uso de rayas discontinuas de 0.10 m de ancho y la referencia de anchos de espacio del orden de 2.50 m para estacionamiento en vía en ciertos contextos, por lo que la operación actual sin ordenamiento refuerza maniobras irregulares y conflictos por entrada y salida en proximidad al área de conflicto.

Finalmente, aunque con menor frecuencia, se registraron eventos asociados a obstrucción de visibilidad por estacionamiento en esquina o vehículos detenidos, además de un caso de detención sobre paso peatonal o línea de alto. Estos eventos, aunque numéricamente menores, son técnicamente críticos por su impacto directo sobre el cruce peatonal y el riesgo de atropellamiento. En términos normativos, la NOM-004-SEDATU-2023 establece para una velocidad de 30 km/h una distancia de

visibilidad de parada de 29.70 m , y para calles locales también refiere una distancia de visibilidad de 30 m ; por tanto, la ocupación de esquinas y el estacionamiento inmediato al cruce comprometen el cumplimiento funcional de este criterio al reducir el campo visual disponible en aproximación, lo cual explica la necesidad de maniobras evasivas y la presencia de conflictos vehículo-peatón en los puntos donde el peatón decide el cruce con visibilidad limitada.

En total se registraron (tabla 9) se resume a 81 conflictos por hora demuestra que la intersección opera con una carga elevada de interacciones de riesgo, y el contraste normativo permite explicar técnicamente sus causas: ausencia funcional de áreas formales de ascenso y descenso en entorno de servicios , pérdida de sección operativa por detenciones que anulan el rango funcional de carril 2.50 a 3.00 m , desorden del estacionamiento sin interrupción de 1 m en accesos , y control insuficiente de prioridades por baja legibilidad de marcas M-6 y M-7 . Esta evidencia no sólo describe, sino que sustenta analíticamente la necesidad de priorizar intervenciones orientadas al ordenamiento del borde vial, control de detenciones y recuperación de la legibilidad del cruce mediante señalización y marcas normativas, especialmente en la zona hospitalaria y en los costados de López Mateos, donde se concentra la mayor proporción de conflictos.

Tabla 9. Cuantificación de conflictos viales

Zona / Esquina	Tipo de conflicto	Usuarios involucrados	Conteo de conflictos
Hospital. Lado Av. Napoles	Detención en carril para subir o bajar pasajeros	TP-P V-V	9
Hospital. Lado Av. Napoles	Detención sobre paso peatonal o sobre línea de alto	V-P	1
Av. Lopez Mateos. Lado Este	Doble fila o detención en borde que reduce sección útil	V-V	4
Av. Lopez Mateos. Lado Oeste	"Ceder el paso" en lugar indebido que genera cruce improvisado	V-P	5
Paradas TP Av. Napoles. Lado de la fiscalia	Doble fila o detención en borde que reduce sección útil	TP-P	7
Av. Lopez Mateos. Lado Oeste	Visibilidad obstruida por estacionamiento en esquina o vehículos detenidos	V-V V-P	1
Av. Lopez Mateos. Lado Oeste	Salida/entrada de estacionamiento en zona de cruce	V-V	12

Av. Lopez Mateos. Lado Este	Salida/entrada de estacionamiento en zona de cruce	V-V	4
Interseccion	Giro que corta trayectoria de rectos o provoca frenado fuerte.	V-V	2
Av. Lopez Mateos. Lado Oeste	Vehículo se detiene junto a estacionados y bloquea parcialmente la circulación.	V-V	3
Av. Lopez Mateos. Lado Este	Detención en carril para subir o bajar pasajeros	TP-P V-V	1
Av. Lopez Mateos. Lado Este	"Ceder el paso" en lugar indebido que genera cruce improvisado	V-P	3
Hospital. Lado Av. Napoles	"Ceder el paso" en lugar indebido que genera cruce improvisado	V-P	11
Av. Lopez Mateos. Lado Oeste	Detención en carril para subir o bajar pasajeros	TP-P V-V	4
Av. Lopez Mateos. Lado Oeste	Doble fila o detención en borde que reduce sección útil	V-V	9
Paradas TP Av. Napoles. Lado de la fiscalia	"Ceder el paso" en lugar indebido que genera cruce improvisado	V-P	1
Hospital. Lado Av. Napoles	Doble fila o detención en borde que reduce sección útil	V-V	4

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo

6.6.2. Clasificación de zonas de riesgo

Para la clasificación de zonas de riesgo se elaboró una matriz por zonas, la cual se presenta en la tabla correspondiente, y se complementó con un mapa de calor para visualizar espacialmente la concentración del riesgo dentro del cruce. La matriz considera cuatro criterios que, en conjunto, explican la generación de conflicto y el incremento de exposición en intersecciones urbanas: alto flujo vehicular, alto flujo peatonal, estacionamiento indebido y condición de infraestructura. Cada criterio se valoró de forma semicuantitativa por zona, y la suma permitió asignar un nivel de riesgo final, lo

que facilita priorizar acciones con base en evidencia integrada y no únicamente en apreciaciones generales.

Los resultados de la matriz muestran que el riesgo se concentra en frentes con alta fricción operativa y presencia de usuarios vulnerables. La zona Hospital, lado avenida Nápoles, alcanza el nivel de riesgo alto por la combinación de alto flujo vehicular, demanda peatonal relevante y el efecto del estacionamiento indebido y detenciones asociadas a ascenso y descenso de pasajeros, lo que reduce sección útil, afecta la visibilidad y aumenta la ocurrencia de conflictos. En avenida López Mateos lado este y lado oeste se obtuvo un nivel de riesgo alto medio, explicado por la coexistencia de tránsito de paso, actividad comercial y prácticas recurrentes de detención o estacionamiento que comprometen la operación y la legibilidad del cruce. La zona de paradas de transporte público sobre avenida Nápoles lado fiscalía se clasifica como riesgo medio, principalmente por fricción operativa y acumulación de maniobras asociadas al ascenso y descenso, aunque con menor severidad relativa en comparación con el frente hospitalario.

La representación en mapa de calor refuerza la conclusión de que los puntos críticos no se distribuyen de forma homogénea, sino que se agrupan en los frentes donde coinciden tres factores: interacción de giros y detenciones, presencia peatonal y control insuficiente del borde vial. En términos de interpretación técnica, esta clasificación es consistente con la necesidad de ordenar el estacionamiento y las detenciones en proximidad a intersecciones, reforzar la legibilidad del cruce mediante señalización y marcas, y priorizar la seguridad peatonal en zonas sensibles, criterios que se alinean con los lineamientos de diseño vial urbano y con el enfoque normativo de señalización y dispositivos de control del tránsito aplicables en el sitio

Tabla 10. Matriz de evaluación de nivel de riesgo por zona

Zona	Alto flujo vehicular	Alto flujo peatonal	Estacionamiento indebido	Infraestructura deficiente	Nivel de riesgo
1 – Hospital. Lado Av. Nápoles	10	8	10	7	ALTO
2 –Av. Lopez Mateos. Lado Este	8	8	10	10	ALTO/MEDIO

3 – Av. Lopez Mateos. Lado Oeste	8	8	10	8	ALTO MEDIO /
4 – Paradas TP Av. Napoles. Lado de la fiscalia	7	7	8	5	MEDIO

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo

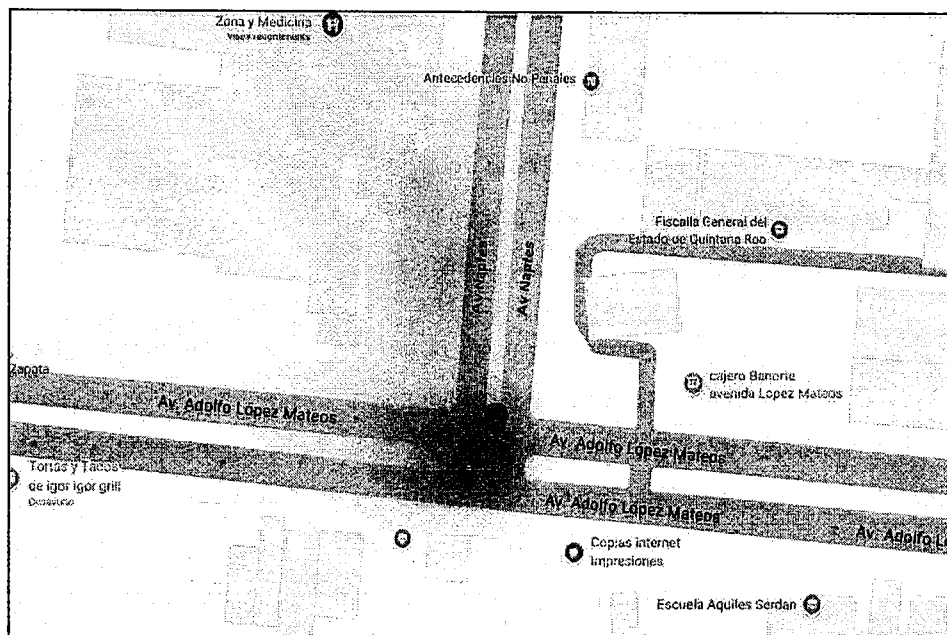


Ilustración 24. Mapa de calor de las zonas de riesgo

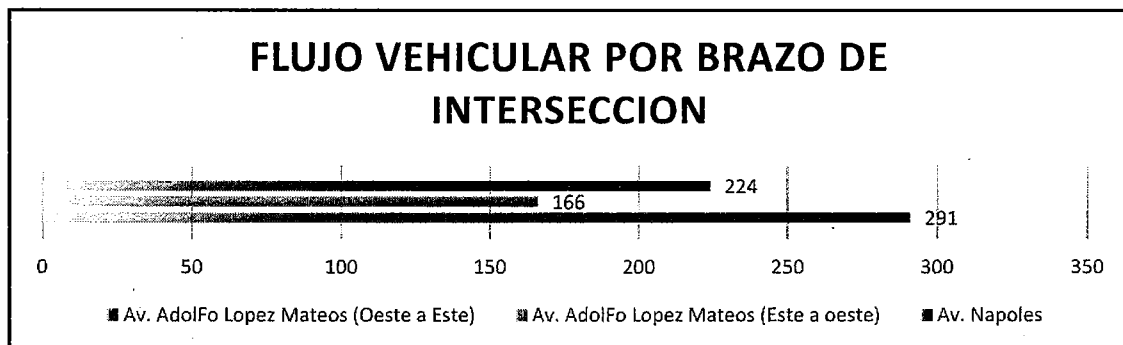


Ilustración 23

6.7 Diagnóstico general de movilidad y seguridad vial

Integrando los resultados de los apartados 6.1 a 6.6, la intersección Av. Nápoles – Av. López Mateos se caracteriza como un punto de riesgo vial moderado–alto, al concentrar simultáneamente condiciones físicas, operativas y de control que incrementan la exposición de usuarios vulnerables y la probabilidad de conflictos. Este diagnóstico se sustenta en la convergencia de: (i) una geometría que no prioriza el cruce peatonal (cruces largos y ausencia de refugios, así como radios de giro que favorecen trayectorias amplias), (ii) flujos vehiculares relevantes por brazo (con valores de referencia de 291, 224 y 166 en los brazos reportados), (iii) deficiencias de señalización vertical y horizontal y desgaste/ausencia de marcas, y (iv) evidencia de siniestralidad con participación de usuarios vulnerables y maniobras conflictivas de cruce y giro.

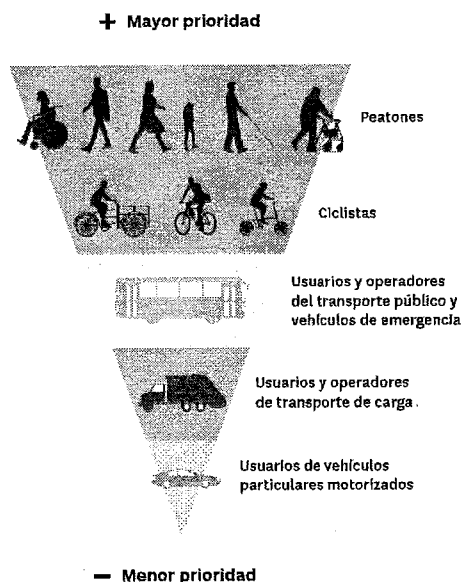


Ilustración 25. Pirámide de la movilidad.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) & Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2019, Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas, p. 63

La clasificación por zonas permite jerarquizar los puntos críticos: el entorno del hospital (lado Av. Nápoles) se ubica como riesgo ALTO, mientras que los lados este y oeste de Av. López Mateos se clasifican como ALTO/MEDIO, y la zona asociada a paradas de transporte público en Av. Nápoles (lado Fiscalía) como riesgo MEDIO. Esta distribución confirma que el riesgo no se explica por un solo factor aislado, sino por la combinación de alta exposición (flujos), fricción operativa (detenciones/estacionamiento) e infraestructura deficiente en áreas donde el cruce peatonal es forzado por la localización de equipamientos.

Adicionalmente, los registros de eventos relevantes en el entorno inmediato (por ejemplo, atropellamientos y accidentes de motocicleta con lesionados), lo cual es congruente con un escenario de interacción intensa entre maniobras de acceso, giros y cruces peatonales en un punto con alta demanda y usuarios vulnerables.

En síntesis, el diagnóstico general indica que la intersección requiere intervenciones orientadas a: reducir velocidades efectivas, ordenar maniobras y detenciones, mejorar la legibilidad del cruce mediante señalización y marcas, y garantizar condiciones seguras de cruce y accesibilidad, particularmente en el entorno hospitalario. Este cierre diagnóstico sirve como base directa para la discusión del Capítulo 7 y la priorización de propuestas de mejora.

Capítulo 7. Discusión

7.1 Interpretación de los hallazgos frente a normativas

Este apartado interpreta los resultados presentados en el Capítulo 6 a la luz del marco teórico–normativo desarrollado en el Capítulo 2, con el propósito de asegurar coherencia entre evidencias, criterios técnicos y objetivos específicos.

En relación con el OE1 (geometría, visibilidad y señalización), el diagnóstico de campo describe una sección vial donde predominan condiciones orientadas al vehículo particular, con banquetas discontinuas o invadidas por estacionamiento, y radios/ancho variables, lo cual contrasta con los criterios de continuidad peatonal, diseño de esquinas y jerarquía vial establecidos en el Manual de Calles y la NOM-004-SEDATU-2023 para vías urbanas. Asimismo, desde el componente de visibilidad, la normativa plantea umbrales mínimos de distancia de detención asociados a la velocidad (p. ej., 25 m a 30 km/h; 35 m a 40 km/h), por lo que cualquier obstrucción o déficit de visibilidad en aproximaciones incrementa el riesgo de conflicto, especialmente en entornos con equipamientos sensibles y alta exposición peatonal.

Respecto a la señalización (OE1), se reportan deficiencias en la ubicación, visibilidad y estado físico de señales verticales, así como ausencia o desgaste de marcas en pavimento en cruces peatonales y límites de carril. Estas condiciones implican un incumplimiento funcional de los “criterios mínimos verificables” que exige una auditoría: instalación y legibilidad conforme a parámetros como altura (2.20 m en zona urbana) y anticipación recomendada (orden de 100–200 m según tipo/velocidad) establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. La consecuencia técnica no es solo “falta de señalética”, sino pérdida de legibilidad operativa: el usuario recibe información tardía o ambigua, lo que favorece maniobras reactivas, invasiones de carril y cruces fuera de zona marcada.

En cuanto al OE2 (flujos y operación), el estudio evidencia una demanda vehicular relevante en aproximaciones específicas (con referencia de hasta 291 veh/h en una aproximación), y se observan colas en horas pico. Desde la teoría de operación de intersecciones, estos comportamientos deben interpretarse con indicadores de desempeño (demoras, nivel de servicio y capacidad), apoyados en metodologías tipo HCM. En términos causales, cuando existe alta fricción (paradas, accesos a equipamiento, estacionamiento indebido) y giros a la izquierda sin carriles exclusivos, el sistema tiende a generar conflictos y demoras porque se mezclan trayectorias incompatibles en el mismo espacio y tiempo; esto coincide con lo documentado en estudios previos sobre intersecciones urbanas

latinoamericanas, donde la ausencia de canalización y control de giros incrementa la conflictividad y reduce la seguridad para usuarios vulnerables.

Para el OE3 (siniestralidad), la evidencia local (SSC) registra concentración de eventos y predominio de accidentes de motocicleta con lesionados (15), además de atropellamientos (3), lo cual es consistente con un entorno donde coexisten velocidades operativas, cruces peatonales sin protección y maniobras complejas en zona de alta demanda. A diferencia de una lectura meramente descriptiva, la interpretación técnica es que el patrón de siniestros sugiere vulnerabilidad elevada de usuarios expuestos (motociclistas y peatones) y refuerza la necesidad de medidas de “sistema seguro” en entornos hospitalarios, tal como se plantea en la estrategia nacional y en la normativa urbana orientada a accesibilidad y protección de usuarios vulnerables.

Finalmente, para el OE4 (zonas de conflicto/riesgo), el propio Capítulo 6 establece que la identificación se basa en dos componentes: (i) cuantificación de conflictos como eventos de interacción de riesgo (enfoque de “near-miss”) y (ii) clasificación mediante matriz de riesgo que combina exposición, fricción operativa e infraestructura deficiente. Este enfoque se alinea con metodologías de observación de conflictos como las guías de intervención y registro (p. ej., manuales de observación y auditoría vial), donde los “conflictos” funcionan como indicadores anticipatorios: aun si un siniestro no ocurre cada día, la interacción repetida de trayectorias incompatibles indica riesgo estructural del diseño. En síntesis, los hallazgos del Capítulo 6 sí permiten sostener —con base normativa y teórica— que la intersección presenta brechas en accesibilidad, legibilidad y control de movimientos, y que esas brechas explican (causalmente) la presencia de conflictos y la concentración de siniestros reportados.

7.2 Comparación con estándares y casos similares

Los patrones identificados en la intersección Nápoles–López Mateos son consistentes con la evidencia documentada en estudios nacionales y regionales sobre seguridad vial urbana: infraestructura históricamente orientada al automóvil, rezago en condiciones peatonales seguras y exposición elevada de usuarios vulnerables en puntos de alta fricción funcional (hospitales, escuelas y paradas de transporte). Esta lectura comparativa permite interpretar los hallazgos del Capítulo 6 no como hechos aislados, sino como la manifestación local de un problema estructural señalado en diagnósticos nacionales, donde la alta motorización y el déficit de infraestructura peatonal explican una parte importante de la siniestralidad urbana (Gobierno de México, 2018), especialmente en cruces con geometrías que favorecen velocidades más altas y trayectorias amplias.

A escala regional, el benchmarking de seguridad vial en América Latina destaca que México mantiene rezagos en infraestructura segura para peatones y ciclistas, y recomienda intervenciones focalizadas en intersecciones y corredores urbanos como medidas costo-efectivas para reducir muertes y lesiones graves (ITF/OCDE, 2020). En esa misma lógica, el diagnóstico realizado clasifica la intersección como punto de riesgo donde el diseño actual no responde a las necesidades de usuarios vulnerables, lo cual coincide con el enfoque de “sistema seguro” planteado en el marco conceptual del estudio (prioridad a modos activos, gestión de velocidad y legibilidad del cruce).

En términos de casos similares y auditorías aplicadas, estudios con metodologías estandarizadas (por ejemplo, auditorías tipo iRAP) reportan que la corrección de radios de giro, la incorporación de refugios peatonales y el fortalecimiento de la señalización elevan significativamente el nivel de seguridad en intersecciones urbanas (Ajila Jumbo, 2024). Esta evidencia coincide con los problemas detectados en la intersección evaluada —cruces extensos, radios amplios y señalización incompleta— y respalda técnicamente que las propuestas del apartado 7.3 (compactación geométrica, cruces seguros, sistema integral de marcas) son congruentes con intervenciones exitosas en contextos comparables.

De manera complementaria, la literatura de auditorías en América Latina señala que los conflictos viales (eventos de cuasi-colisión) son indicadores anticipatorios de riesgo y suelen concentrarse en intersecciones con mezcla de maniobras y falta de canalización, particularmente cuando existen giros complejos, paradas cercanas a esquinas y cruces peatonales no protegidos. En ese sentido, el uso de observación estructurada de conflictos en este trabajo se alinea con metodologías recomendadas por guías y experiencias aplicadas en movilidad urbana (ITDP México, 2024; Dos Santos, 2022), fortaleciendo la validez del OE4 al clasificar zonas de riesgo con base en evidencia empírica del comportamiento en sitio.

Finalmente, en lo operativo, varios estándares internacionales sugieren complementar aforos con indicadores de desempeño (p. ej., V/C, demoras, niveles de servicio) para explicar saturación y su relación con conflictos y siniestros; sin embargo, el propio estudio reconoce que no se desarrolló el cálculo detallado de V/C y demoras para todos los escenarios. Esta limitación no invalida el diagnóstico, pero sí delimita el alcance de la comparación con estudios donde se cuantifica saturación mediante HCM; por ello, los resultados se interpretan principalmente desde la evidencia de campo y la comparación normativa, y se recomienda incorporar V/C y demoras como ampliación técnica en una etapa posterior de diseño ejecutivo.

7.3 Propuestas técnicas de mejora vial (corto y mediano plazo).

7.3.1 Rediseño geométrico de las secciones transversales

Con base en los resultados del Capítulo 6 (caracterización física, zonas de riesgo y conflictos), se identifica que la intersección presenta radios de giro amplios, carriles con anchos que favorecen trayectorias de giro rápidas y cruces peatonales largos sin refugios intermedios, condiciones que incrementan la exposición de peatones y la probabilidad de conflictos en maniobras de giro, especialmente en el entorno hospitalario.

Desde el punto de vista normativo, tanto la NOM-004-SEDATU-2023 como el Manual de Calles establecen que, en vías urbanas con presencia de servicios y actividad peatonal, las secciones deben tender a ser compactas, con radios moderados y dispositivos de canalización que reduzcan velocidades y acorten distancias de cruce, priorizando la seguridad de usuarios vulnerables.

A partir de lo anterior, se propone reducir radios de giro en esquinas críticas mediante ampliaciones de banqueta o islas canalizadoras, de forma que el vehículo realice el giro a menor velocidad y con mejor control de trayectoria; reconfigurar carriles de aproximación para delimitar con claridad movimientos rectos y de giro, evitando trenzados cercanos al área de cruce; e incorporar islas de refugio peatonal en cruces sobre López Mateos para disminuir la distancia efectiva de cruce y permitir un cruce por etapas. Esta propuesta deberá representarse y verificarse en los planos de levantamiento y de propuesta (a anexar), asegurando que los elementos geométricos queden alineados con los cruces y flujos reales observados.

En términos de riesgo, esta intervención atiende directamente el mecanismo principal asociado al conflicto: velocidades de giro y trayectorias amplias, que elevan la severidad potencial de un atropellamiento y dificultan que el conductor ceda el paso de forma consistente. Por ello, se clasifica como una medida de prioridad alta en el corto plazo, al reducir tanto la velocidad de operación en giros como la exposición peatonal en el área de cruce.

7.3.2 Gestión de la velocidad y cruces peatonales seguros

Los resultados del diagnóstico evidencian que el entorno inmediato de la intersección concentra equipamientos sensibles (hospital y escuela) y una interacción frecuente entre flujos vehiculares y peatonales, con presencia de cruces informales y condiciones que incrementan el riesgo para usuarios vulnerables. Bajo el enfoque de “sistema seguro”, estas condiciones exigen que la operación se

oriente a velocidades objetivo compatibles con la vida y a cruces peatonales claros, visibles y protegidos.

Desde la perspectiva normativa y técnica, el Manual de Calles y la NOM-004-SEDATU-2023 establecen la necesidad de garantizar continuidad y seguridad peatonal, particularmente en zonas de alta demanda, como áreas hospitalarias; además, el marco conceptual del estudio reconoce que la severidad del siniestro crece de forma significativa con la velocidad, por lo que la gestión de velocidad debe asumirse como medida estructural y no solo como recomendación general.

En función de lo anterior, se propone implementar un paquete de medidas articuladas: (i) establecimiento operativo de “zona 30” en el entorno del hospital y la escuela (mediante señalización preventiva y restrictiva, acompañada de medidas físicas de moderación), (ii) rediseño y formalización de cruces peatonales mediante marcas de alto contraste, ampliaciones de banquetta (“orejas”) para acortar el cruce, y, donde sea pertinente, refugios peatonales para permitir cruces por etapas; y (iii) mejora de la visibilidad y legibilidad del cruce, retirando/ordenando elementos que obstruyen el campo visual y reforzando la anticipación del conductor hacia la presencia peatonal. Estas acciones responden a la causa técnica principal detectada: la coexistencia de maniobras vehiculares (incluidos giros) con cruces peatonales expuestos y sin protección efectiva.

En términos de priorización, estas medidas se consideran de alta prioridad, ya que reducen simultáneamente (a) la probabilidad de conflicto (al ordenar cruces y disminuir velocidades) y (b) la gravedad potencial del evento (al limitar la energía del impacto). Además, son intervenciones de alta factibilidad relativa porque pueden implementarse progresivamente (marcas, señalización, elementos de calmado) y consolidarse después con ajustes geométricos permanentes, los cuales deberán quedar representados y dimensionados en los planos de propuesta que anexarás.

7.3.3 Accesibilidad universal en esquinas y frentes de equipamientos

El diagnóstico del Capítulo 6 muestra que la intersección se ubica en un entorno con alta demanda peatonal asociada a equipamientos (principalmente el hospital), lo que incrementa la presencia de personas con movilidad reducida, adultos mayores, usuarios con carriolas y pacientes en traslado. En este contexto, la accesibilidad universal no constituye un elemento complementario, sino un criterio mínimo de seguridad vial, ya que la falta de condiciones accesibles obliga a los peatones a desviarse, invadir la calzada o cruzar por trayectorias informales, aumentando la exposición al conflicto.

Desde el marco normativo y técnico, la NOM-004-SEDATU-2023 establece parámetros verificables para infraestructura peatonal accesible: anchos mínimos funcionales de banquetta en entornos de alta

intensidad, continuidad del recorrido y la incorporación de rampas con dimensiones y pendientes máximas que permitan un cruce seguro y autónomo. Asimismo, el enfoque de auditoría adoptado en este informe considera que los puntos de mayor riesgo suelen concentrarse en esquinas y frentes de equipamientos, precisamente donde se intersectan flujos peatonales obligados con maniobras vehiculares de acceso, ascenso/descenso y estacionamiento.

Con base en lo anterior, se propone intervenir las cuatro esquinas y, prioritariamente, los frentes del entorno hospitalario mediante: (i) construcción o rehabilitación de rampas accesibles (pendiente y ancho conforme a norma), alineadas con los pasos peatonales formales; (ii) restitución de continuidad de banqueta, eliminando discontinuidades y obstáculos físicos que obligan a descender a la calzada; (iii) implementación de franjas podotáctiles y guías de cruce en puntos de alta demanda (en caso de que el alcance del proyecto lo permita), y (iv) ordenamiento del espacio en esquina para evitar invasión por estacionamiento y garantizar el área de espera peatonal. Estas acciones deben representarse en los planos de propuesta (a anexar), indicando dimensiones, pendientes y alineación con el cruce.

En términos causales, el mecanismo que se atiende es directo: cuando una esquina no es accesible, el peatón vulnerable “sale” del espacio seguro y se desplaza por el espacio vehicular; esto incrementa tanto el número de interacciones de riesgo como la probabilidad de atropellamiento, especialmente en escenarios con giros y falta de prioridad peatonal. Por ello, esta medida se clasifica como prioridad alta, ya que reduce exposición y mejora la seguridad efectiva del cruce, alineándose con los principios de jerarquía de movilidad y sistema seguro que fundamentan la auditoría.

7.3.4 Ordenamiento del estacionamiento y bahía de ambulancias

Los resultados del diagnóstico evidencian que una de las fuentes principales de fricción operativa y riesgo en el entorno de la intersección es el estacionamiento indebido y las maniobras asociadas a ascenso/descenso, particularmente por la cercanía inmediata de equipamientos de salud. En el resumen del estudio ya se identificó este factor como detonante de zonas críticas, junto con cruces peatonales sin protección y giros conflictivos. Asimismo, en la descripción de la situación actual se documenta la presencia de banquetas invadidas por estacionamiento y la necesidad de dar prioridad a circulación de ambulancias en el acceso al hospital, condiciones que incrementan el desorden espacial y elevan la probabilidad de conflictos entre peatones, transporte público y vehículos particulares.

Desde una lectura causal, el mecanismo de riesgo es claro: el estacionamiento irregular y las paradas en zona inmediata al cruce generan (i) obstrucción de visibilidad, (ii) reducción efectiva de carriles o áreas de circulación, (iii) cruces peatonales fuera de la zona formal (porque el peatón rodea vehículos), y (iv) maniobras inesperadas (entrada/salida en reversa o incorporación abrupta). Este conjunto de efectos degrada la legibilidad y aumenta la exposición, especialmente en un entorno hospitalario donde existe presencia recurrente de usuarios vulnerables y traslados de emergencia.

Con base en lo anterior, se propone implementar un ordenamiento físico y operativo del estacionamiento y de las paradas en el entorno inmediato mediante: (i) delimitación explícita de zonas “No estacionarse/No detenerse” en los tramos críticos previos a la intersección (para liberar el cono visual y el espacio de aproximación), (ii) reubicación o formalización de zonas de ascenso/descenso fuera del área de conflicto del cruce, (iii) canalización con elementos de bajo costo (bolardos, pintura, delimitadores) para proteger banquetas y esquinas, y (iv) habilitación de una bahía específica para ambulancias frente al hospital, con geometría y señalización que garantice el acceso y salida sin interferir con cruces peatonales ni con el flujo principal. Esta bahía deberá quedar representada en los planos de propuesta (a anexar), con su longitud, accesos y señalamiento, para demostrar factibilidad técnica y coherencia con el levantamiento.

En términos de priorización, esta intervención se considera de alta prioridad porque ataca una causa directa del riesgo identificada en el diagnóstico (estacionamiento indebido y fricción en entorno hospitalario), mejora la visibilidad, reduce maniobras inesperadas y permite ordenar el acceso de servicios de emergencia sin desplazar el problema hacia los peatones. Además, es una medida que puede ejecutarse por etapas: primero con gestión y señalización, y posteriormente con adecuación geométrica permanente en coordinación con la autoridad municipal de tránsito.

7.3.5 Reordenamiento de paradas de transporte público y conectividad peatonal

El diagnóstico de la intersección evidencia que las paradas de transporte público se localizan demasiado próximas a las esquinas, lo que concentra usuarios en banquetas reducidas y favorece cruces espontáneos fuera de los pasos peatonales señalizados, además de generar interacción conflictiva entre ascenso/descenso y el flujo vehicular en aproximaciones con maniobras complejas. En un entorno con equipamientos sensibles (hospital y escuela), esta configuración incrementa el riesgo de atropellamiento porque combina: (i) alta exposición peatonal, (ii) trayectorias de cruce no canalizadas y (iii) fricción operativa por detenciones frecuentes, lo cual reduce la legibilidad del cruce y debilita la prioridad peatonal que exige el enfoque de movilidad segura.

Desde una perspectiva normativa y de planeación, la Ley de Movilidad del Estado de Quintana Roo y referentes de planeación urbana como el PIMUS 2024 (Mérida) subrayan que las paradas deben ubicarse en puntos que minimicen distancias de cruce, reduzcan conflictos y mejoren la integración entre transporte público y diseño de calle, priorizando seguridad peatonal. En concordancia con ello, se propone reubicar (cuando sea factible) las paradas fuera del área inmediata de esquina, incorporando bahías o “bolsas” de detención donde la sección lo permita, y reforzar la conectividad mediante rutas peatonales accesibles y continuas hacia el hospital, la escuela y la fiscalía, evitando que el usuario tenga que cruzar de forma diagonal o improvisada.

Como complemento, se recomienda asegurar que el punto de parada se vincule directamente con cruces formales mediante banquetas continuas, áreas de espera seguras y, cuando aplique, refugios peatonales cercanos, de modo que el acceso/egreso al transporte público ocurra dentro de un esquema de cruce legible y controlado. Esta intervención atiende el riesgo asociado a la relación “parada–cruce”, y por su impacto directo en la reducción de atropellamientos potenciales en accesos al transporte público, se considera una medida de prioridad media-alta, especialmente en el tramo del entorno hospitalario.

7.3.6 Sistema integral de señalización y marcas viales

Los resultados del Capítulo 6 y la descripción de la situación actual evidencian deficiencias en la ubicación, visibilidad y estado físico de la señalización vertical, así como ausencia o desgaste de marcas en pavimento en cruces peatonales y delimitaciones de carril. Estas condiciones reducen la legibilidad del cruce y favorecen maniobras ambiguas (especialmente giros y detenciones), incrementando la probabilidad de conflictos entre vehículos y peatones en un entorno con alta exposición por la presencia del hospital y paradas cercanas.

Desde el marco normativo, la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 establece criterios mínimos verificables para la señalización: por ejemplo, la altura de instalación en zona urbana (2.20 m al borde inferior) y la necesidad de anticipación adecuada de señales preventivas; además, la auditoría exige verificar consistencia, conservación y visibilidad efectiva para que la señal cumpla su función de control del tránsito y protección del usuario. En consecuencia, la intervención no debe limitarse a “colocar más señales”, sino a construir un sistema integral coherente con el patrón real de flujos y con los puntos de conflicto identificados.

Con base en lo anterior, se propone implementar un sistema integral compuesto por: (i) reposición y refuerzo de marcas horizontales (pasos peatonales de alto contraste, líneas de alto, flechas

direccionales por carril, delimitación de zonas de no estacionarse en aproximaciones), (ii) actualización y colocación estratégica de señalización vertical (preventivas y restrictivas en aproximaciones con mayor riesgo, señalización específica de zona hospitalaria y escolar, y control de giros donde existan movimientos conflictivos), y (iii) verificación de ubicación/altura/visibilidad de cada señal conforme a norma, eliminando redundancias y asegurando que la información sea anticipada, clara y consistente.

Adicionalmente, dado que en el diagnóstico se identifican zonas críticas asociadas a giros a la izquierda y cruces peatonales vulnerables, se recomienda que el sistema de señalización se diseñe de forma que ordene explícitamente prioridades y trayectorias: cruces peatonales alineados con rampas accesibles (ver 7.3.3), señalización preventiva de cruce peatonal en aproximaciones críticas y marcas que reduzcan la invasión de carril en el área de conflicto. Estas acciones deben quedar reflejadas en los planos de propuesta (a anexar), indicando localización por aproximación, tipo de señal/marca y justificación directa vinculada con los hallazgos del Capítulo 6 (cumple/no cumple).

En términos de prioridad, este paquete se clasifica como alta prioridad de corto plazo, ya que es una medida de implementación relativamente rápida y con impacto directo en la reducción de conflictos, al mejorar la legibilidad, reforzar el control de movimientos y proteger el cruce peatonal, especialmente en un entorno hospitalario donde la tolerancia al riesgo debe ser mínima.

Tabla de las principales propuestas de mejora:

- NOM-004 estructura y diseño para vías urbanas
- NOM-034 Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras
- Manual de calles 2019
- Manual de señalización

Las últimas 4 de la SEDATU.

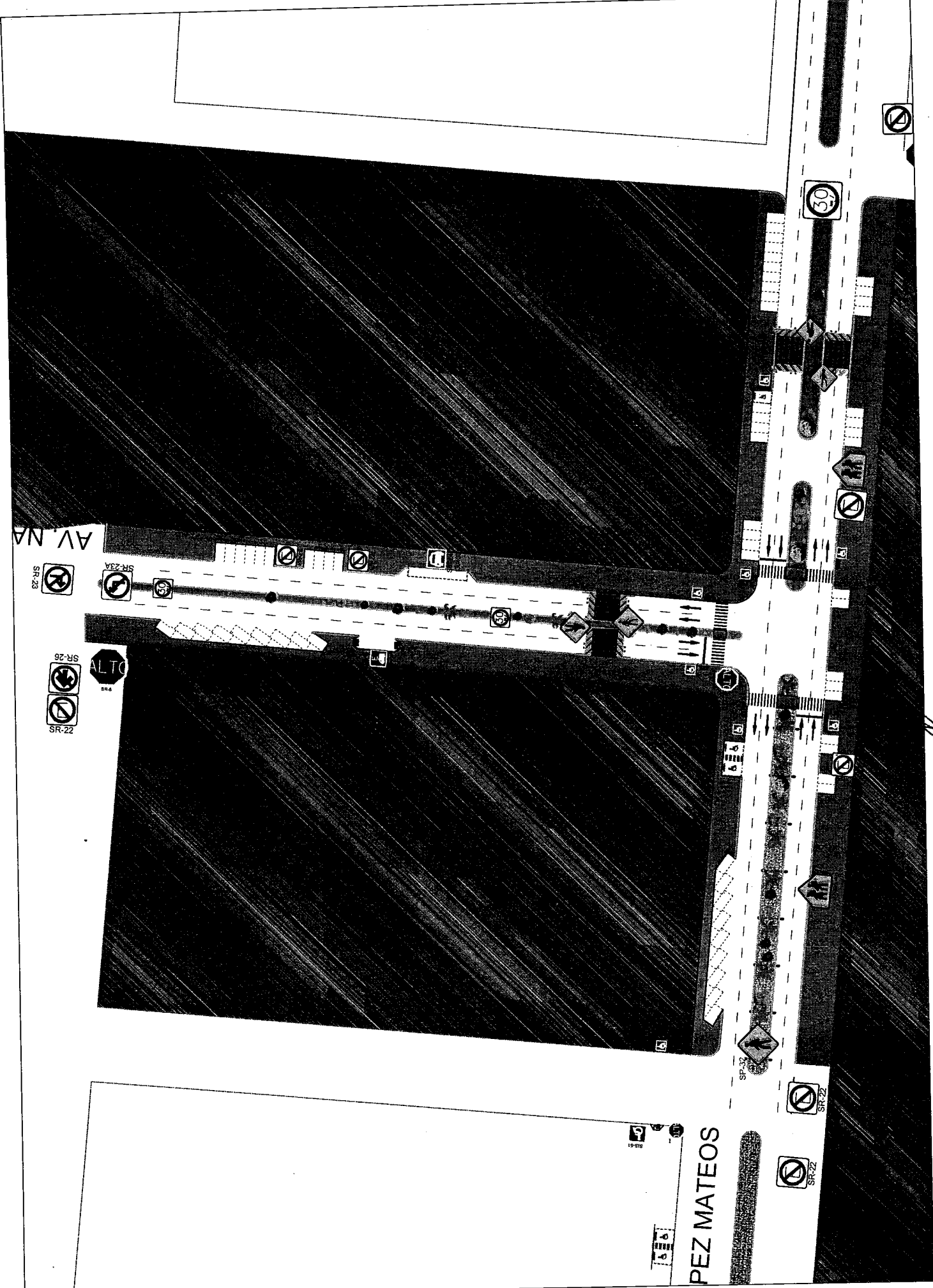
Tabla 11. Propuestas de mejora

Elemento / zona	Situación actual (diagnóstico)	Propuesta
Sección transversal Av. Adolfo López Mateos	Anchos de carril heterogéneos, sin sección clara, sin camellón definido; fricción con estacionamiento y maniobras de carga.	Sección con 2 carriles por sentido, inicialmente de 3.50 m aprox. y camellón central de 5 m, con banquetas de diferente tamaño por estacionamientos, pero alineadas a 3.00–3.30 m para alinearse a

		NOM-004 y Manual de Calles, que recomiendan carriles compactos (ancho máximo cercano a 3.10 m) en vías urbanas. (Gobierno de México)
Sección transversal Av. Nápoles	Vía principal con alta carga de giros; sección poco clara y fricción con estacionamiento.	Sección con 2 carriles por sentido, inicialmente de 3.50 m aprox. y camellón central de 2 m, con banquetas a 3.00–3.30 m para alinearse a NOM-004 y Manual de Calles
Gestión de velocidad: zona 30 hospital–escuela	Sin límite explícito de velocidad y sin elementos claros de calmado; vehículos circulan a velocidades superiores a las deseables en entorno con hospital, escuela y fiscalía.	Se implementan señales de límite 30 km/h en las aproximaciones y entrada a una Zona 30 alrededor del nodo hospital–escuela–comercios.
Cruces peatonales y “cebras reductoras de velocidad”	Cruces informales y/o poco marcados; peatones cruzan según líneas de deseo entre hospital, fiscalía y comercios. Sin cruces elevados ni refugios claros.	Se añaden pasos peatonales tipo cebra alineados con las principales líneas de deseo (hospital–fiscalía, hospital–comercios, fiscalía–comercios) y plataformas peatonales elevadas (“cebras reductoras de velocidad”) De manera complementaria, la rehabilitación de pavimento y drenaje pluvial se considera condición habilitante para la seguridad y accesibilidad del cruce.
Accesibilidad universal: rampas y cajones para personas con discapacidad	Rampas peatonales ausentes o sin señalamiento; accesos al hospital y a la escuela sin continuidad accesible completa; cajones para accesibles mal definidos	Se incorporan rampas para personas con discapacidad en las esquinas de la intersección, conectadas con las banquetas y los nuevos cruces. Se reubican y normalizan cajones de estacionamiento accesibles, con señal horizontal y vertical, próximos al hospital y a los accesos principales.

Estacionamiento en vía y bahía de ambulancias	Estacionamiento informal en esquinas y frentes del hospital, incluso sobre franjas amarillas; ambulancias comparten espacio con taxis, generando bloqueos y conflictos.	Se delimita y ordena el estacionamiento sobre la vía, retirándolo de las esquinas y de la zona inmediata de la entrada del hospital; se define una bahía de emergencia exclusiva para ambulancias, con rampa elevada y acceso directo al hospital, separada de la zona de ascenso/descenso de taxis.
Paradas de transporte público y conectividad peatonal	Paradas muy pegadas a las esquinas; usuarios esperando sobre banqueta reducida, sin ruta accesible clara hacia hospital, escuela y fiscalía.	Reubicación de paradas de transporte público fuera de las esquinas, con bahías o bolsas donde sea posible, y conexión mediante rutas peatonales accesibles (banqueta continua) hacia hospital, escuela y fiscalía.
Sistema integral de señalización y marcas viales	Señalización horizontal y vertical incompleta; ausencia de sistema coherente de control en las aproximaciones.	Implementación de un sistema integral de marcas (M-2, M-3, M-7, líneas de alto y prohibiciones de estacionar) y señales verticales de reglamentación, prevención y servicios (Stop/Ceda, zona 30, escuela, hospital, paraderos, accesibilidad), jerarquizado según el flujo peatonal y vehicular.

Las medidas priorizadas se integran en el Plano 2 (Propuesta de mejora vial), donde se ubican los tratamientos por aproximación y por zona crítica



PEZ MATEOS

AV. NA

SR-23

SR-23A

SR-26

SR-22

ALTO

SR-33

SR-22

SR-22

7.4 Limitaciones del estudio

El presente estudio se desarrolló como una auditoría técnica de seguridad vial de carácter descriptivo–diagnóstico, por lo que sus resultados deben interpretarse dentro de un marco de alcance acotado y de las restricciones propias del levantamiento de campo. En este sentido, se identifican las siguientes limitaciones principales:

Diseño transversal y ventana de observación: la evaluación se basó en observaciones y mediciones (aforos, recorridos y registro de conflictos) y no incluye un seguimiento longitudinal que permita analizar cambios en el tiempo o variaciones posteriores a intervenciones. Por ello, los resultados describen el comportamiento durante el periodo de estudio, sin inferir tendencias de largo plazo.

Alcance de la modelación operativa: no se desarrollaron modelos avanzados de tránsito (por ejemplo, simulación dinámica, ni el cálculo detallado de indicadores como V/C y demoras para todos los escenarios), por lo que la evaluación operativa se centró en indicadores descriptivos y en la comparación normativa derivada de la auditoría. Esto limita la posibilidad de estimar con precisión el desempeño bajo escenarios futuros o de intervención a nivel de ingeniería de detalle.

Cobertura espacial: el análisis se restringe a una única intersección, por lo que los resultados no pueden generalizarse automáticamente al conjunto de la red vial de Chetumal. No obstante, el enfoque metodológico y los instrumentos utilizados son replicables para evaluar otros nodos con características similares.

Variables no observadas directamente: no se midieron de forma directa ciertos factores que podrían fortalecer el análisis, como velocidades puntuales de operación mediante aforo de velocidad, o la percepción de seguridad de los usuarios mediante encuestas. Su incorporación sería recomendable en auditorías futuras para enriquecer el diagnóstico y priorizar medidas con mayor precisión.

Reconocer estas limitaciones no debilita el estudio; al contrario, delimita con claridad su alcance y orienta líneas de mejora metodológica para investigaciones complementarias, especialmente en fases posteriores de diseño ejecutivo y evaluación de impacto.

Medición geométrica y visibilidad: La auditoría no incluyó la medición metrológica detallada (en metros) de variables geométricas específicas (p. ej., distancias de visibilidad, radios y pendientes) para su contraste numérico con umbrales normativos. En su lugar, se aplicó una verificación por criterio operativo (cumple/no cumple; libre/limitado) sustentada en evidencia fotográfica. Por ello, los resultados deben interpretarse como diagnóstico técnico de conformidad

Capítulo 8. Conclusiones

8.1 Conclusiones generales del diagnóstico

El diagnóstico evidencia que, aunque Nápoles y Adolfo López Mateos se clasifican como vialidades secundarias, la intersección opera como un nodo urbano de alta intensidad de servicios (hospital, escuela, fiscalía y comercios), con demanda peatonal constante y presencia relevante de usuarios vulnerables; sin embargo, esa condición no está reflejada en la configuración física ni operativa del crucero.

OE1. Caracterizar físicamente la intersección (geometría, visibilidad, accesibilidad y señalización)

- Accesibilidad universal: incumplimiento relevante. En la evaluación de accesibilidad, 2 de 3 esquinas (66.7%) no cumplen por falta de rampas, ausencia de señalización táctil y/o presencia de rampas improvisadas o no funcionales (sin verificación metrológica de pendiente), lo que compromete la movilidad segura de personas con discapacidad o movilidad limitada (población crítica por el entorno hospitalario).
- Diseño con sesgo a fluidez vehicular vs. seguridad peatonal. Se documenta una configuración con carriles continuos, radios amplios y estacionamiento en cordón que favorece continuidad de circulación, pero incrementa exposición al riesgo y reduce visibilidad/legibilidad para cruces peatonales en un contexto de alta demanda vulnerable.
- Señalización: cumplimiento parcial. Del inventario evaluado (37 dispositivos), solo 51.4% resultó conforme; el resto presentó no conformidades asociadas a deterioro, ubicación, visibilidad o criterios normativos, lo cual afecta el control de conducta y la lectura del crucero.
- Marcas viales críticas ausentes o insuficientes. Se reporta ausencia de señalización horizontal esencial (p. ej., M-2, M-6, M-7) y desalineación de señalización vertical con los puntos de mayor flujo peatonal, contrario al enfoque normativo de diseño por contexto.

OE2. Cuantificar flujos vehiculares y peatonales e identificar periodos críticos

- Concentración de flujo por brazo. Se registró un máximo de 291 veh/h en Av. Nápoles; y en López Mateos se observaron 224 veh/h (Oeste→Este) y 166 veh/h (Este→Oeste).
- Patrones de movimiento que incrementan conflictos. En López Mateos, en ambos sentidos se identificó que 65% sigue derecho y 34% realiza giro (derecha o izquierda, según sentido), lo que confirma una operación con proporción importante de maniobras de giro concentradas en un crucero sin control robusto.
- Composición vehicular con presencia significativa de motocicleta/taxi. Desde Av. Nápoles, el flujo se compone aproximadamente por 57% A2, 26% taxis y 13% motocicletas, lo cual es

consistente con un entorno hospitalario y con exposición elevada de usuarios vulnerables y motociclistas.

OE3. Analizar siniestralidad 2019–2024 (frecuencia, tipo y usuarios) con fuentes oficiales

- Diferencias entre fuentes y relevancia del nivel local. En ATUS/INEGI para el punto geográfico se reporta 1 siniestro en 2021 y 1 en 2022 (sin registro en 2019, 2020, 2023 y 2024), mientras que el contexto municipal y de colonia muestra magnitudes mayores; esto justifica que el análisis se complemente con una fuente local (SSC) para captar eventos con mayor granularidad.
- Tipología de hechos (SSC): predominan eventos con motocicleta y también hay atropellamientos. En la tabla resumida de SSC se contabilizan 15 “accidente de motocicleta con lesionados”, 7 “accidente sin lesionados”, 4 “vehículo con lesionados”, 3 “atropellamiento” y 1 “vehículo fatal”; esto refuerza que el riesgo no es hipotético, sino consistente con lesiones y usuarios vulnerables.

OE4. Identificar y clasificar zonas de conflicto/riesgo integrando geometría, operación, siniestros y señalización

- Conflictos observados: magnitud y severidad. Se registraron 81 conflictos por hora; de ellos, 82.4% fueron de riesgo medio y 17.6% de riesgo alto, lo que confirma operación con fricción constante y eventos de alta criticidad.
- Tipos dominantes: giros y trayectorias peatonales invadidas. El conflicto más frecuente fue el giro a la izquierda invadiendo carril contrario (25 casos); y dentro del riesgo alto destaca la invasión de trayectoria peatonal por estacionamiento/maniobras de acceso (11 casos), lo cual es coherente con el desorden de borde y con la cercanía al hospital.
- Exposición peatonal vulnerable confirmada por aforos. En los flujos peatonales, se observa una fracción importante de usuarios vulnerables: 36.1% en Av. Nápoles y 47% en López Mateos (este), por lo que el riesgo identificado impacta directamente a población prioritaria (pacientes, escolares y adultos mayores).

OE5. Formular y priorizar propuestas técnicas orientadas a reducir riesgo y mejorar movilidad

- Las medidas propuestas se derivan de los factores de riesgo detectados y se estructuran por componentes técnicos. El paquete de intervención incluye: (i) control y gestión de velocidad (cruces peatonales elevados y señalización vertical), (ii) accesibilidad universal (rampas y alineación a líneas de deseo), (iii) ordenamiento del estacionamiento y bahía de ambulancias, (iv) reordenamiento de paradas y (v) sistema integral de señalización y marcas. Estas líneas

de intervención corresponden directamente a los hallazgos de conflictos, no conformidades y exposición de vulnerables.

Conclusión integradora: En conjunto, la evidencia (incumplimientos de accesibilidad, conformidad parcial de señalización, volúmenes concentrados, conflictos por giros y registros de siniestros con lesionados) confirma un desajuste crítico entre el uso real del entorno y la configuración actual del cruce, por lo que el sitio se comporta como punto prioritario de intervención desde un enfoque de “sistema seguro”.

8.2 Recomendaciones para el gobierno municipal o tránsito

Derivado del diagnóstico técnico, se concluye que el enfoque operativo actual en la intersección contraviene criterios vigentes de diseño vial y seguridad, por lo que se recomienda una reconfiguración integral basada en prioridad peatonal, accesibilidad universal y “sistema seguro”, conforme a NOM-004, NOM-034 y Manual de Calles.

1) Implementar una Zona 30 y un esquema de pacificación del tránsito

Recomendación: Declarar formalmente la intersección Nápoles–López Mateos como Zona 30 km/h (entorno hospitalario–escolar) e implementar medidas físicas y operativas de calzado.

Sustento técnico: La intersección opera con una carga elevada de interacciones de riesgo (81 conflictos/h), incluyendo eventos de riesgo alto, lo que hace prioritario reducir velocidad efectiva y mejorar control de aproximación.

Acciones mínimas: Instalar señalización de zona 30 (p. ej., SR-40), ejecutar cruces peatonales elevados, extensiones de banqueta y reductores donde proceda, asegurando uniformidad conforme a NOM-034 y Manual de Señalización.

2) Formalizar la jerarquía peatonal y la accesibilidad universal como criterio obligatorio (OE1–OE4)

Recomendación: Adoptar en normativa/proyectos locales el criterio de jerarquía peatonal en zonas con equipamientos sensibles, garantizando continuidad de banquetas y cruces seguros.

Sustento técnico: La auditoría evidenció un incumplimiento relevante en accesibilidad: 2 de 3 esquinas (66.7%) no cumplen en rampas/condiciones de accesibilidad, lo que incrementa exposición de usuarios vulnerables y genera cruces informales.

Acciones mínimas: Construir/reconfigurar rampas alineadas a pasos peatonales, habilitar refugios donde corresponda y asegurar superficies accesibles conforme a NOM-004-SEDATU-2023.

3) Homologar y ejecutar un sistema integral de señalización vertical y marcas horizontales (OE1–OE4)

Recomendación: Actualizar y aplicar criterios municipales de señalización conforme a NOM-034, con un sistema coherente por aproximación (no “señales sueltas”). Sustento técnico: En el inventario evaluado (37 dispositivos), solo 51.4% resultó conforme, lo que confirma un cumplimiento parcial que afecta la legibilidad y el control de prioridades. Acciones mínimas: Rehabilitar/instalar marcas M-2, M-6/M-10 y M-7; reforzar señales SR/SP/SIS en función del flujo peatonal-vehicular y asegurar visibilidad/ubicación normativa.

4) Ordenar el “borde vial”: estacionamiento, ascenso/descenso, carga/descarga y operación hospitalaria

Recomendación: Regular estrictamente el estacionamiento y detenciones en la zona inmediata al cruce y formalizar espacios operativos (incluida bahía de ambulancias), evitando invasión de esquinas y cruces.

Sustento técnico: La evidencia técnica vincula el desorden de estacionamiento/detenciones con los conflictos observados; además, NOM-004 establece criterios de ordenamiento (p. ej., interrupciones y delimitación en estacionamiento en cordón), que hoy no se cumplen funcionalmente, reduciendo visibilidad y provocando incorporaciones repentinas.

Acciones mínimas: Prohibir estacionamiento en frentes sensibles y esquinas (señales SR-22 y marcas reglamentarias), asignar cajones exclusivos de emergencia y definir bahías fuera del área inmediata de cruce conforme a NOM-004.

5) Institucionalizar la auditoría vial como herramienta municipal de planeación

Recomendación: Replicar y formalizar la metodología aplicada (diagnóstico técnico + contraste normativo + rediseño) como un procedimiento estándar para priorizar puntos críticos de la red vial.

Sustento técnico: La metodología permite transformar problemas dispersos en hallazgos verificables y propuestas trazables, favoreciendo decisiones con base en evidencia y alineadas al Manual de Calles y la normatividad vigente.

8.3 Aportes del estudio para futuras intervenciones

El presente informe aporta un diagnóstico técnico integral que puede utilizarse como línea base para la toma de decisiones municipales y estatales en materia de movilidad y seguridad vial, particularmente en entornos con equipamientos sensibles. En primer lugar, el estudio consolida un procedimiento replicable de auditoría aplicado a una intersección urbana, al integrar: levantamiento físico, aforos vehiculares y peatonales, evaluación de señalización, análisis de siniestralidad con fuentes oficiales y observación estructurada de conflictos, lo cual permite convertir observaciones de campo en hallazgos verificables y comparables.

En segundo lugar, el trabajo ofrece un enfoque de priorización por riesgo al clasificar zonas críticas (alto/medio) con base en exposición y fricción operativa, lo cual facilita que las autoridades enfoquen recursos en los puntos con mayor probabilidad de conflicto y afectación a usuarios vulnerables. Esta aportación es especialmente relevante para el entorno hospitalario, donde el diagnóstico reconoce la coexistencia de flujos, detenciones y cruces peatonales como detonantes del riesgo y donde las intervenciones deben orientarse a un enfoque de “sistema seguro”.

En tercer lugar, el estudio deja un conjunto de productos técnicos que pueden alimentar fases posteriores de planeación y diseño ejecutivo: inventario de señalización y no conformidades, patrones de flujo por aproximación, tipología de conflictos y síntesis diagnóstica. A partir de estos insumos, una fase futura puede profundizar con herramientas de ingeniería de tránsito (p. ej., cálculo de capacidad, demoras, V/C y niveles de servicio), medición de velocidades puntuales y evaluación “antes–después” una vez implementadas medidas, lo que permitiría cuantificar el impacto real de las intervenciones.

Finalmente, el aporte central del proyecto es traducir evidencia local (incluida siniestralidad y eventos con lesionados, y presencia de atropellamientos) en un paquete de medidas orientadas a reducir exposición y severidad, reforzando la necesidad de que la gestión municipal priorice accesibilidad universal, control de velocidad y ordenamiento del borde vial en intersecciones que sirven a hospitales y escuelas. En este sentido, el estudio puede funcionar como referencia metodológica para intervenir otros puntos críticos de Chetumal bajo criterios consistentes con la normatividad vigente y con la protección de usuarios vulnerables como eje rector.



Capítulo 9. Fuentes de información

9.1 Normativas oficiales

9.2 Bibliografía técnica y científica

9.3 Manuales especializados

9.4 Referencias en formato APA 7ª edición

Agencia Nacional de Seguridad Vial. (s. f.). *Guía para la realización de auditorías en seguridad vial*.
Gobierno de Argentina.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ansv_guia_para_realizacion_auditorias_seguridad_vial.pdf

Ajila Jumbo, J. E. (2024). *Auditoría de seguridad vial con metodología iRAP en la Av.* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28819/1/UPS-CT011694.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *Guía técnica para la aplicación de auditorías de seguridad vial en los países de América Latina y el Caribe*.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gu%C3%ADa-t%C3%A9cnica-para-la-aplicaci%C3%B3n-de-auditor%C3%ADas-de-seguridad-vial-en-los-pa%C3%ADses-de-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>

Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. (s. f.). *Guía para realizar una auditoría de seguridad vial*. <https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2016/01/Guia-Auditoria-de-Seguridad.pdf>

Congreso del Estado de Quintana Roo. (2025). *Ley de movilidad del Estado de Quintana Roo*.
<https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L189-XVIII-20250129-L1820250130092-Ley-de-Movilidad-mod.pdf>

Dos Santos, P. (2022). *Auditorías de seguridad vial*. Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF).
<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1967/Auditor%C3%ADas%20de%20Seguridad%20Vial.pdf>

- Fondo Nacional de Infraestructura, & Gobierno de México. (2022). *Guía de infraestructura segura en SIT (Sistemas de Transporte Público)*. <https://www.fonadin.gob.mx/fni2/wp-content/uploads/sites/3/2022/10/Guia-infraestructura-segura-en-SIT.pdf>
- Foro Internacional del Transporte, & Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020). *Benchmarking de la seguridad vial en América Latina*. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/benchmarking-seguridad-vial-america-latina_0.pdf
- García, E. M. (2015). *Análisis y evaluación de intersecciones urbanas*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7129024.pdf>
- Gobierno de Mérida. (2024). *PIMUS 2024: Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable de Mérida*. https://www.merida.gob.mx/implan/content/documents/movilidad-urbana/PIMUS_2024.pdf
- Gobierno de México. (2018). *Anatomía de la movilidad en México*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/411314/Anatom_a_de_la_movilidad_en_M_xico.pdf
- Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo. (2025a). *Programa integral de seguridad vial de Quintana Roo*. <https://imoveqroo.qroo.gob.mx/wp-content/uploads/2025/01/G006-C01A04.pdf>
- Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo. (2025b). *Cartera de proyectos estratégicos 2025*. <https://imoveqroo.qroo.gob.mx/wp-content/uploads/2025/01/G006-C01.pdf>
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP México). (2024). *Manual de observación de conflictos viales para la intervención*. https://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/2024/03/Reporte_TCA.pdf
- Loaiza, J. A. (2015). *El diseño de intersecciones y su utilidad en la seguridad vial* [Tesis de maestría, Universidad del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/12101/1/CB-0576373.pdf>
- Obregón-Biosca, S. A. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media. *Estudios Demográficos y Urbanos*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v15n47/v15n47a4.pdf>

- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2021–2030*. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/21323-spanish-global-plan-for-road-safety-for-web.pdf?sfvrsn=65cf34c8_35&download=true
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Implementación de medidas de seguridad vial prioritarias en América y el Caribe*. <https://www.paho.org/sites/default/files/2023-11/implementacion-medidas-seguridad-vial-prioritarias-americas-caribe-documento.pdf>
- Rodríguez, J. M. (2014). Auditorías viales e intervenciones para prevenir accidentes. *Revista de Acceso Abierto (A)*, 120. <https://www.redalyc.org/pdf/120/12031816001.pdf>
- Rosas-Ferrusca, F. (2023). El enfoque del micro urbanismo, interacción entre el peatón y la ciudad. <https://www.redalyc.org/journal/401/40175430010/40175430010.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2023a). *Estrategia nacional de movilidad y seguridad vial 2023–2042*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/927027/Estrategia_Nacional_de_Movilidad_y_Seguridad_Vial_2023-2042..pdf
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2023b). *Manual de señalización vial 2023*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/sedatu/Manual_de_sealizacin_2023_VF.pdf
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2023c). *NOM-004-SEDATU-2023. Estructura y diseño para vías urbanas: Especificaciones y aplicación* [Norma Oficial Mexicana]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/944945/NOM-004-SEDATU-2023__Estructura_y_disen_o_para_vi_as_urbanas._Especificaciones_y_aplicacio_n.pdf
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Manual de calles: Diseño vial para ciudades mexicanas*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/509173/Manual_de_calles_2019.pdf
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, & Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2022). *NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras* [Norma Oficial Mexicana].

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/982112/NOM-034-SCT2-SEDATU-2022.pdf>

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, & Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2023). *Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras.*
https://www.gob.mx/cms/uploads/sedatu/Manual_de_sealizacin_2023_VF.pdf

Universidad de Sonora. (s. f.). *Auditoría en seguridad vial con enfoque a usuarios más vulnerables.*
https://movilidadytransporte.sonora.gob.mx/images/documentos/auditoria_seguridad_vial_UNISON-HG.pdf

World Resources Institute. (s. f.). *Ciudades más seguras mediante el diseño.*
https://es.wri.org/sites/default/files/Cities_Safer_By_Design_Spanish.pdf

Capítulo 10. Anexos

Anexo A. Formato de aforo vehicular (15 min)

Anexo B. Formato de aforo peatonal (15 min)

Aforo Peatonal Manual									
Validad de Aforo		FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	PROYECTO	LOCACION	VEHICULOS PEATONALES		
GENERO	EDAD	INICIO	NOVENA EDAD	TERCERA EDAD	DISCAPACIDAD VISUAL	SILLA	NINO	JOVENIL	TERCERA EDAD
MOVIMIENTO	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
TOTAL (15:00 a 15:15)									
TOTAL (15:30 a 15:45)									
TOTAL (15:00 a 15:45)									
Sumatoria por periodo de 15 Min									

Aforo Vehicular									
Validad de Aforo		FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	PROYECTO	LOCACION	VEHICULOS PEATONALES		
GENERO	EDAD	INICIO	NOVENA EDAD	TERCERA EDAD	DISCAPACIDAD VISUAL	SILLA	NINO	JOVENIL	TERCERA EDAD
MOVIMIENTO	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
TOTAL (15:00 a 15:15)									
TOTAL (15:30 a 15:45)									
TOTAL (15:00 a 15:45)									
Sumatoria por periodo de 15 minutos									

Anexo C. Formato de verificación físico geométrico de la intersección

Unidad evaluada	Elemento	Criterio operativo	Cumple	No cumple
Esquina 1	Rampa	Existe y conecta banqueta-cruce con alineación funcional	√	
Aproximación Nápoles	Visibilidad	Campo visual libre / limitado por obstrucciones	√	
Frente 1	Sección peatonal	Banqueta continua y transitable en zona de cruce	√	
Esquina Lopez Mateos – Nápoles (Este-Norte)	Radio de giro	Giro controlado o favorece giro rápido	√	
.....				
.....				

Anexo D. Formato de inventario y evaluación de señalización

Nº	Imagen	Clave	Tipo de señalamiento	Nombre oficial	Condiciones	Cumple o No cumple
1		Sp-32	Señal preventiva	Peatones	Estado visible pero vandalizado. No afecta la visibilidad	Cumple
....						
....						

Anexo E. Formato de cuantificación de conflictos viales

Zona / Esquina	Tipo de conflicto	Usuarios involucrados	Conteo de conflictos
Hospital. Lado Av. Nápoles	Detención en carril para subir o bajar pasajeros	TP-P V-V	9
Hospital. Lado Av. Nápoles	Detención sobre paso peatonal o sobre línea de alto	V-P	1
.....			
.....			

Anexo F. Formato de Matriz de evaluación del nivel de riesgo por zona

Zona	Alto flujo vehicular	Alto flujo peatonal	Estacionamiento indebido	Infraestructura deficiente	Nivel de riesgo
1 – Hospital. Lado Av. Napoles	10	8	10	7	ALTO
2 –Av. Lopez Mateos. Lado Este	8	8	10	10	ALTO/MEDIO
3 – Av. Lopez Mateos. Lado Oeste	8	8	10	8	ALTO / MEDIO
4 – Paradas TP Av. Napoles. Lado de la fiscalia	7	7	8	5	MEDIO

Instituto Tecnológico de Chetumal.

Reporte de Residencia Profesional.

Auditoria de movilidad y seguridad vial en la intersección de Av. Centenario
Calzada Cedro, Chetumal, Quintana Roo.

Número de control: 21390430

Carrera: Ingeniería Civil.

Alumno: Gonzalez Quetzal Leandro Guillermo.

Asesor Externo: Ing. Jesús Manuel Pech Espinosa.

Asesor Interno: M.E.S.P. Ing. Roberto Mena Rivero.

Chetumal, Quintana Roo, México.



Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, cuyo respaldo ha sido esencial para la culminación de este trabajo. A mis padres, les debo no solo la oportunidad de formarme académicamente, sino también los valores que han guiado mi trayectoria: la responsabilidad, la perseverancia y el compromiso con el conocimiento. Su apoyo constante, sus consejos y su confianza inquebrantable han sido pilares fundamentales que me han permitido avanzar con firmeza incluso en los momentos de mayor desafío.

A mis hermanos y demás familiares, agradezco sinceramente su comprensión y paciencia a lo largo del proceso. Su interés genuino por mi progreso, sus palabras de ánimo y la tranquilidad que me brindaron en las etapas más demandantes fueron determinantes para mantener mi motivación y equilibrio personal. Cada gesto de apoyo, por pequeño que pareciera, contribuyó significativamente a que este trabajo pudiera desarrollarse en un ambiente de acompañamiento y fortaleza emocional.

Asimismo, reconozco el valor de la unión familiar que me ha acompañado durante toda mi formación. Este logro académico no es solo resultado del esfuerzo individual, sino también del compromiso colectivo de una familia que siempre ha creído en mis capacidades y ha impulsado mi crecimiento personal y profesional. A ellos les dedico este proyecto con profunda gratitud, consciente de que su presencia y apoyo han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

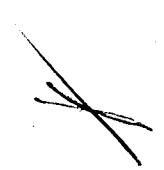


Resumen

El presente estudio evalúa las condiciones de movilidad y seguridad vial de la intersección conformada por la Avenida Centenario y la Calzada Cedro, en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, debido a la presencia de deficiencias geométricas, operativas y de infraestructura que representan un riesgo para los usuarios de la vía, particularmente los más vulnerables. El objetivo fue evaluar la geometría vial, la señalización, la operación del tránsito y la seguridad de los usuarios vulnerables mediante una auditoría técnica de seguridad vial. La metodología incluyó mediciones geométricas en campo, aforos vehiculares manuales, observación directa e inventario de señalización, contrastando los resultados con la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, el Manual de Calles y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. Los resultados evidencian banquetas insuficientes, señalización deficiente y una operación del tránsito con potencial de conflicto. Se concluye que la intersección no cumple con los criterios normativos de seguridad vial, por lo que requiere intervenciones correctivas orientadas a reducir el riesgo y mejorar la seguridad de todos los usuarios.

Índice.

Agradecimientos	2
Resumen.....	3
Introducción.....	5
Objetivos	10
Justificación.....	11
Marco Teórico	12
Metodología.....	28
Resultados.....	30
Discusiones.....	43
Propuesta de mejora para la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro.....	44
Conclusiones	47
Fuentes Bibliográficas	49



Introducción.

Definición de variables del estudio

Para el desarrollo de la auditoría de movilidad y seguridad vial en la intersección conformada por la Avenida Centenario y la Calzada Cedro, en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, se definieron cuatro variables de estudio: geometría vial, operación del tránsito, señalización vial y seguridad de los usuarios vulnerables. Estas variables fueron seleccionadas con base en el enfoque de Sistema Seguro y en los criterios técnicos establecidos por la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV, 2022), la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras (SICT–SEDATU, 2023), los cuales constituyen el marco normativo de referencia para la evaluación de infraestructura vial urbana.

Variable 1: Geometría vial

Definición conceptual

La geometría vial se refiere al conjunto de características físicas que configuran el espacio de circulación vehicular y peatonal en una intersección urbana, tales como el ancho de calzada, la presencia y dimensiones de las banquetas, los radios de giro, la visibilidad y la continuidad de la infraestructura. Estas características influyen directamente en la seguridad vial, la accesibilidad y la funcionalidad del cruce, particularmente en la exposición al riesgo de los usuarios vulnerables (SEDATU, 2019; SICT–SEDATU, 2023).

Definición operativa

La geometría vial de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro se evaluó mediante mediciones directas en campo del ancho de calzada y banquetas en cada aproximación, así como mediante observación estructurada de la continuidad de la infraestructura peatonal y las condiciones geométricas del cruce. Los valores obtenidos se analizaron de manera descriptiva y se compararon con los criterios técnicos establecidos en el Manual de Calles: Diseño Vial para Ciudades Mexicanas y en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, con el fin de identificar condiciones de cumplimiento o incumplimiento normativo.

Variable 2: Operación del tránsito

Definición conceptual

La operación del tránsito hace referencia al comportamiento observable de los flujos vehiculares que interactúan en una intersección, considerando el volumen de vehículos, su composición por tipo, las maniobras de giro y cruce, así como la interacción entre distintos modos de transporte. Estas condiciones operativas influyen en la generación de conflictos viales y en el nivel de riesgo al que están expuestos los usuarios de la vía (SICT, 2022).

Definición operativa

La operación del tránsito se evaluó mediante un aforo vehicular manual realizado durante una hora representativa, registrando el número de vehículos por tipo y por maniobra en las

cuatro aproximaciones de la intersección. Los resultados se expresaron en vehículos por hora (veh/h) y se analizaron de manera descriptiva, permitiendo identificar patrones de circulación, niveles de interacción y potenciales conflictos operativos, conforme a los lineamientos de evaluación establecidos por la SICT y la ENAMOV.

Variable 3: Señalización vial

Definición conceptual

La señalización vial comprende el conjunto de dispositivos verticales y horizontales destinados a regular, advertir e informar a los usuarios de la vía, con el propósito de ordenar la circulación, facilitar la toma de decisiones y reducir la probabilidad de conflictos y siniestros viales. La correcta aplicación de la señalización es un elemento esencial para garantizar la seguridad vial y la legibilidad del entorno urbano (SICT–SEDATU, 2023).

Definición operativa

La señalización vial se evaluó mediante observación directa en campo, apoyada en un checklist técnico institucional proporcionado por el Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo (IMOVEQROO). Se registró la presencia, tipo, ubicación, visibilidad y estado físico de la señalización vertical y horizontal existente en la intersección. Los elementos identificados se compararon con los criterios establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y en el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito, con el fin de determinar su grado de cumplimiento normativo.

Variable 4: Seguridad de los usuarios vulnerables

Definición conceptual

La seguridad de los usuarios vulnerables se refiere a las condiciones del entorno vial que influyen en la exposición al riesgo de peatones, ciclistas, motociclistas y personas con movilidad reducida, considerando la infraestructura disponible, la accesibilidad universal y la interacción con el tránsito vehicular. De acuerdo con la LGMSV, la protección de estos usuarios constituye una prioridad dentro de la jerarquía de la movilidad y del enfoque de sistemas seguros (LGMSV, 2022).

Definición operativa

La seguridad de los usuarios vulnerables se evaluó mediante observación directa en campo, registrando la presencia de peatones y ciclistas, la existencia y condición de la infraestructura peatonal, la continuidad de banquetas, la presencia de rampas, cruces seguros y refugios, así como la exposición al tránsito vehicular. El análisis se realizó de manera descriptiva y se contrastó con los criterios de accesibilidad y prioridad establecidos en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Calles.

Contextualización del problema: Global, continental y regional.

La seguridad vial se ha consolidado como una prioridad global dentro de las agendas de salud pública y desarrollo sostenible. A nivel mundial, los siniestros de tránsito causan anualmente cerca de 1.3 millones de muertes y más de 50 millones de lesiones, representando la principal causa de muerte en personas de 5 a 29 años. Esta problemática, lejos de disminuir, mantiene una tendencia preocupante que afecta de forma desproporcionada a los países de ingresos medios y bajos (World Health Organization [WHO], 2021). En respuesta, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el Segundo Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030, con el objetivo de reducir en al menos un 50 % los fallecimientos y lesiones por tránsito mediante un enfoque sistémico centrado en infraestructura segura, gestión de velocidad, vehículos seguros y respuesta post-siniestro eficaz (WHO, 2021).

En el contexto iberoamericano, los desafíos se intensifican debido a factores como el crecimiento urbano desordenado, la alta motorización y las brechas normativas entre países. El X Informe Iberoamericano de Seguridad Vial, coordinado por OISEVI, evidencia que los peatones, ciclistas y motociclistas representan un porcentaje creciente de víctimas mortales, reflejando la vulnerabilidad de estos grupos en zonas urbanas densamente transitadas. Aunque se han implementado estrategias nacionales, muchas carecen de continuidad y evaluación de impacto. Asimismo, la mayoría de los países del informe presentan una legislación aún limitada respecto a factores de riesgo como la velocidad, el uso de casco y cinturón, y la conducción bajo efectos del alcohol (Organización Iberoamericana de Seguridad Vial [OISEVI], 2023).

México enfrenta un panorama crítico en términos de seguridad vial. Según el Informe sobre la Situación de la Seguridad Vial 2022, en el país se registraron 14,715 muertes por siniestros viales durante el año 2021, con una tasa nacional de 11.4 decesos por cada 100 mil habitantes. Los usuarios más vulnerables peatones, ciclistas y motociclistas constituyen más del 60 % de las víctimas fatales. A pesar de la promulgación de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (2022), la implementación efectiva de sus disposiciones enfrenta importantes rezagos a nivel estatal y municipal. Al cierre de enero de 2024, solo el 47 % de las entidades federativas habían armonizado su legislación local conforme a esta ley, lo que limita el alcance y uniformidad de las políticas públicas (Secretaría de Salud, 2022).

Estas cifras reflejan una crisis estructural en la movilidad urbana del país. A esto se suma la falta de infraestructura segura, principalmente en zonas urbanas intermedias como Chetumal, donde intersecciones críticas como la de Av. Centenario con Calzada Cedro presentan condiciones geométricas deficientes, escasa señalización y alta exposición al riesgo para usuarios vulnerables. Esta situación exige el desarrollo de auditorías técnicas viales que permitan identificar riesgos, evaluar el cumplimiento normativo y proponer intervenciones correctivas alineadas con los principios de movilidad segura y sostenible establecidos en la legislación vigente (Santos-Domínguez, 2023).

A pesar de la relevancia funcional de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro dentro de la red vial urbana de la ciudad de Chetumal, no se cuenta con estudios técnicos documentados que evalúen de manera sistemática sus condiciones de movilidad y seguridad vial conforme a la normativa vigente. En particular, no se ha identificado la aplicación de auditorías técnicas de seguridad vial que analicen integralmente la geometría vial, la operación del tránsito, la señalización y las condiciones de seguridad para los

usuarios vulnerables, lo que limita la identificación objetiva de riesgos y la formulación de intervenciones correctivas basadas en criterios técnicos.

Con la finalidad de atender el vacío técnico identificado, el presente estudio se estructuró a partir del análisis de cuatro variables fundamentales de la movilidad y seguridad vial: geometría vial, operación del tránsito, señalización vial y seguridad de los usuarios vulnerables. Estas variables permiten evaluar de manera integral las condiciones físicas, operativas y normativas de la intersección, así como identificar factores de riesgo asociados al entorno vial y a la interacción entre los distintos usuarios de la vía.

En este estudio se analizaron como variables principales la geometría vial, la operación del tránsito, la señalización vial y la seguridad de los usuarios vulnerables. La geometría vial comprende las características físicas de la intersección que influyen en la circulación y el cruce de los usuarios; la operación del tránsito se refiere al comportamiento de los flujos vehiculares y sus maniobras; la señalización vial incluye los dispositivos verticales y horizontales destinados a regular y advertir a los usuarios; mientras que la seguridad de los usuarios vulnerables considera las condiciones de infraestructura y operación que afectan a peatones y otros usuarios con mayor exposición al riesgo.

Cumplimiento normativo

El cumplimiento normativo consiste en verificar que la infraestructura, dispositivos de control, operación y condiciones de accesibilidad correspondan a lo establecido por la normativa nacional, estatal y municipal aplicable. A nivel federal, la LGMSV (2022) define principios de seguridad vial, jerarquía de usuarios y obligaciones de las autoridades; la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 establece criterios específicos para dispositivos viales; y el Manual de Señalización y Dispositivos detalla especificaciones técnicas obligatorias para su aplicación. A nivel estatal, el Reglamento de Movilidad del Estado de Quintana Roo (2020–2023) regula límites de velocidad, circulación y condiciones de infraestructura. El Reglamento de Desarrollo Urbano y Construcción de Othón P. Blanco (2020) determina parámetros de diseño y accesibilidad urbana. Esta variable permite evaluar el grado de alineación del entorno con los criterios jurídicos y técnicos vigentes.

Planteamiento del problema: Impacto en usuarios y autoridades competentes.

La seguridad vial en zonas urbanas intermedias, como la ciudad de Chetumal, enfrenta desafíos derivados de la insuficiencia de infraestructura, deficiencias en el diseño geométrico, señalización inconsistente y ausencia de mecanismos sistemáticos de evaluación técnica. Estos factores incrementan la probabilidad de ocurrencia de siniestros viales y afectan de manera directa a los usuarios vulnerables, quienes dependen de condiciones seguras para sus desplazamientos cotidianos (SICT, 2022; Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2022).

En este contexto, la intersección conformada por la Avenida Centenario, la Calzada Cedro presenta características que demandan atención prioritaria. El área evidencia discontinuidades peatonales, señalización vertical y horizontal deteriorada o insuficiente, radios de giro amplios, limitaciones de visibilidad y conflictos operativos entre vehículos, peatones, ciclistas y motociclistas. Estas condiciones se corresponden con las problemáticas documentadas en estudios nacionales e internacionales que abordan la

relación entre infraestructura deficiente y riesgo vial en intersecciones urbanas (Obregón Biosca, 2015; Goyes Balladares & Moya Jiménez, 2022; SICT, 2022).

La ausencia de mantenimiento preventivo y la falta de evaluaciones técnicas sistemáticas dificultan que las autoridades estatales y municipales entre ellas el Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo (IMOVEQROO) dispongan de diagnósticos precisos que orienten intervenciones fundamentadas en evidencia. A pesar de que la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial reconoce el derecho a una movilidad segura y establece la obligación de adoptar el enfoque de sistemas seguros, su implementación aún presenta vacíos, particularmente en lo relativo a la realización de auditorías técnicas aplicadas a infraestructura existente (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2022).

Este panorama pone de manifiesto la necesidad de analizar las condiciones actuales de la intersección con el fin de identificar riesgos, evaluar el grado de cumplimiento con los criterios técnicos y normativos vigentes incluyendo la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito (SICT, 2023) y proponer mejoras orientadas a reducir la siniestralidad y fortalecer la movilidad segura.

A partir de lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué condiciones de movilidad y seguridad vial presenta la intersección de la Avenida Centenario con la Calzada Cedro, y qué medidas de mejora pueden proponerse mediante una auditoría técnica vial?

Formulación del problema: Pregunta general y Preguntas específicas.

En la intersección conformada por la Avenida Centenario con Calzada Cedro, en la ciudad de Chetumal, se identifican múltiples conflictos viales derivados de deficiencias estructurales y operativas. Estas deficiencias no solo afectan la funcionalidad del nodo vial, sino que incrementan la exposición al riesgo de los usuarios vulnerables, como peatones, ciclistas y motociclistas, en una zona donde la demanda de movilidad ha crecido sin que la infraestructura se adapte a estas nuevas condiciones (Secretaría de Salud, 2022).

La ausencia de señalización clara, la geometría inadecuada para los movimientos vehiculares y la escasa visibilidad en los accesos, contribuyen a generar conflictos en la operación del tránsito. A ello se suma la falta de control sobre factores de riesgo como la velocidad, el cruce no protegido de peatones o la carencia de infraestructura adaptada. Estas condiciones reflejan una brecha entre lo que establece la normativa vigente y la realidad observada en el campo, tal como lo señalan las auditorías de seguridad vial realizadas en diversos puntos del país (Santos-Domínguez, 2023).

A partir de este diagnóstico preliminar, se plantea la siguiente pregunta general de investigación:

¿Qué condiciones de movilidad y seguridad vial presenta la intersección de la Av. Centenario con Calzada Cedro, y qué medidas de mejora pueden proponerse mediante una auditoría técnica vial?

Esta pregunta general se descompone en las siguientes preguntas específicas que guiarán el desarrollo del estudio:

1. ¿La geometría vial de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro cumple con los criterios establecidos en el Manual de Calles y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022?
2. ¿La señalización vial de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro cumple con los criterios establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y en el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito?
3. ¿La operación del tránsito en la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro presenta condiciones adecuadas de funcionamiento y seguridad, de acuerdo con los lineamientos técnicos de la SICT?
4. ¿Las condiciones de seguridad para los usuarios vulnerables en la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro son adecuadas conforme a los criterios establecidos en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial y el Manual de Calles?

Estas interrogantes buscan orientar la auditoría técnica hacia una evaluación integral que no solo identifique riesgos, sino que proponga intervenciones viables con base en lineamientos nacionales como la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, la NOM-034-SCT2-2011 y el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito (Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes [SICT], 2023).

Objetivos

La definición precisa de los objetivos constituye un elemento esencial para orientar el desarrollo metodológico de la auditoría técnica vial propuesta. Establecer objetivos claros permite estructurar tanto la recolección sistemática de información como el análisis de los hallazgos, facilitando la formulación de propuestas de mejora que respondan a criterios técnicos y normativos. Esta lógica se alinea con el enfoque de “sistema seguro” promovido por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el marco del Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021–2030, el cual destaca la necesidad de acciones estructuradas, multisectoriales y basadas en evidencia para reducir la siniestralidad vial en al menos un 50 % para el año 2030.

Asimismo, este planteamiento se enmarca en el nuevo paradigma normativo nacional establecido por la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV), que obliga a los tres niveles de gobierno a garantizar el derecho a una movilidad segura, accesible, eficiente, sostenible e incluyente, mediante el diseño e implementación de políticas públicas, infraestructura adecuada y mecanismos de control del riesgo. En este contexto, los objetivos de la investigación no solo delimitan el alcance técnico del estudio, sino que permiten su articulación con el marco legal vigente.

Objetivo general:

Evaluar las condiciones de movilidad y seguridad vial en la intersección de Avenida Centenario – Calzada Cedro, mediante una auditoría técnica que identifique riesgos, deficiencias y oportunidades de mejora, conforme a criterios normativos, técnicos y de prevención de siniestros viales.

Objetivos específicos:

Evaluar la geometría vial de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro conforme a los criterios técnicos del Manual de Calles y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022

Evaluar la señalización vial de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro conforme a los criterios establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y en el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito.

Evaluar la operación del tránsito en la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro, mediante el análisis de volúmenes vehiculares y maniobras, conforme a los lineamientos técnicos establecidos por la SICT.

Evaluar las condiciones de seguridad de los usuarios vulnerables en la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro, conforme a los criterios establecidos en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial y el Manual de Calles.

Proponer acciones de mejora técnica y correctiva, con base en evidencia diagnóstica, que permitan optimizar la operación vial, reducir la exposición al riesgo y fortalecer la seguridad de peatones, ciclistas y motociclistas en la zona. Esta acción responde al llamado hecho en el Informe sobre la Situación de la Seguridad Vial en México 2022, que destaca la importancia de diagnósticos locales y auditorías como herramientas clave para la toma de decisiones públicas y prevención efectiva de siniestros.

Estos objetivos, en conjunto, orientan el desarrollo de una auditoría técnica vial como instrumento estratégico para la planeación urbana sostenible y segura, en coherencia con los compromisos internacionales asumidos por México y con el enfoque integral de movilidad propuesto por la Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (ENAMOV).

Justificación

El presente estudio se justifica en tres dimensiones fundamentales: técnica, social e institucional, todas ellas sustentadas en diagnósticos nacionales, marcos normativos vigentes y compromisos internacionales en materia de seguridad vial.

Desde la perspectiva técnica, la evaluación detallada de la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro responde a la necesidad de generar diagnósticos viales integrales basados en evidencia territorial y normativa. Las auditorías técnicas de seguridad vial se han consolidado como herramientas esenciales para identificar fallas geométricas, deficiencias en señalización, puntos de conflicto operacional y condiciones que elevan la probabilidad de siniestros en zonas urbanas. Su implementación permite formular recomendaciones objetivas que orienten intervenciones efectivas sobre la infraestructura existente, en concordancia con las estrategias del Programa de Acción Específico de Prevención de Lesiones y Seguridad Vial del STCONAPRA.

Desde el enfoque social, este estudio cobra particular relevancia al centrarse en la reducción del riesgo para los usuarios más vulnerables del sistema vial: peatones, ciclistas y motociclistas. Según datos del Informe sobre la Situación de la Seguridad Vial en México 2022, más del 60 % de las víctimas fatales en siniestros de tránsito pertenecen a estos grupos, lo que evidencia una estructura urbana históricamente centrada en el automóvil privado. Asimismo, la legislación vigente establece una jerarquía de movilidad que obliga a priorizar al peatón y a garantizar condiciones seguras para los modos activos de transporte,

mandato reforzado por la LGMSV y por el nuevo enfoque de educación vial propuesto por Santos-Domínguez, que subraya la necesidad de políticas públicas centradas en las personas y no únicamente en los vehículos.

En la dimensión institucional, el proyecto se alinea con los principios rectores de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (2022), que establece como obligación de las autoridades federales, estatales y municipales garantizar una movilidad segura, accesible, eficiente y sostenible en todos los territorios. Esta ley define mecanismos de coordinación interinstitucional, promueve auditorías técnicas y establece la jerarquía de la movilidad como principio rector de planificación. Además, el estudio incorpora lineamientos técnicos actualizados conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito, documentos normativos que regulan la evaluación, señalización y adecuación geométrica de las vialidades urbanas.

El estudio proporciona insumos estratégicos al Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo (IMOVEQROO), fortaleciendo sus capacidades operativas mediante evidencia técnica localizada, útil para fundamentar decisiones relacionadas con regulación, planificación y control del tránsito. Esto contribuye directamente al cumplimiento de metas establecidas en la Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (ENAMOV) y a los compromisos internacionales asumidos por México en el marco del Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021–2030, el cual promueve un enfoque sistémico y preventivo para reducir a la mitad las muertes y lesiones por siniestros viales para el año 2030

Marco Teórico

Antecedentes de Movilidad y Seguridad: Estrategias internacionales y nacionales de seguridad vial.

El estudio de la movilidad urbana y la seguridad vial, tanto en México como en otros contextos internacionales, revela patrones coincidentes que evidencian fallas estructurales en infraestructura, regulación, operación vial y diseño geométrico. La revisión de estos antecedentes permite contextualizar la relevancia de aplicar auditorías viales y otros mecanismos técnicos para identificar riesgos, optimizar intersecciones urbanas y mejorar la protección de usuarios vulnerables

Antecedente Internacional 1

Autor: Secretaría General Iberoamericana (SEGIB)

Año: 2017–2018

Tipo de documento: Informe técnico

Objetivo:

Analizar la situación de la seguridad vial en los países iberoamericanos, identificando factores de riesgo asociados a la infraestructura vial urbana y a la protección de los usuarios vulnerables.

Metodología:

El informe empleó un enfoque descriptivo-comparativo, basado en el análisis de

indicadores de siniestralidad vial, revisión normativa y estudios de casos en entornos urbanos de distintos países iberoamericanos.

Resultados:

Se identificó que las deficiencias en la geometría vial, la señalización inadecuada y la falta de infraestructura segura para peatones y ciclistas incrementan significativamente el riesgo de siniestros viales en intersecciones urbanas.

Relación con el presente estudio:

Este antecedente sustenta la necesidad de evaluar de manera técnica las condiciones geométricas, operativas y de señalización en intersecciones urbanas, como la Av. Centenario–Calzada Cedro, bajo un enfoque de seguridad vial integral.

Antecedente Internacional 2.

Autor: Organización Mundial de la Salud y Comisiones Regionales de las Naciones Unidas

Año: 2021

Tipo de documento: Informe técnico

Objetivo:

Evaluar el avance de los países en la implementación de estrategias de seguridad vial y del enfoque de Sistema Seguro para la reducción de muertes y lesiones por siniestros de tránsito.

Metodología:

Se realizó un análisis global mediante recopilación de datos oficiales de siniestralidad, revisión de políticas públicas y evaluación de prácticas de diseño vial seguro en entornos urbanos.

Resultados:

El informe concluye que las intersecciones urbanas representan puntos críticos de riesgo, especialmente cuando carecen de diseño geométrico adecuado, señalización clara y medidas de protección para usuarios vulnerables.

Relación con el presente estudio:

Este estudio respalda el enfoque metodológico de la auditoría técnica de seguridad vial aplicada en la presente investigación, al enfatizar la evaluación de intersecciones como elemento clave para la prevención de siniestros.

Antecedente Internacional 3

Autor: International Transport Forum (ITF)

Año: 2017

Tipo de documento: Informe técnico

Objetivo:

Analizar el impacto del diseño vial urbano y la gestión del tránsito en la seguridad de los usuarios, particularmente peatones y ciclistas.

Metodología:

El informe se basó en estudios de caso internacionales, análisis de infraestructura vial y evaluación de políticas de movilidad segura en ciudades de distintos países.

Resultados:

Se determinó que intersecciones con radios de giro amplios, control insuficiente del tránsito y señalización deficiente presentan mayores niveles de conflicto y riesgo de siniestros.

Relación con el presente estudio:

Este antecedente aporta criterios técnicos para el análisis de la operación del tránsito y la geometría vial, elementos centrales evaluados en la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro.

Antecedente Nacional 1

Autor: STCONAPRA

Año: 2022

Tipo de documento: Informe técnico

Objetivo:

Diagnosticar la situación de la seguridad vial en México, identificando factores de riesgo asociados a la infraestructura vial y a la movilidad urbana.

Metodología:

Se utilizó un enfoque descriptivo, mediante el análisis de estadísticas nacionales de siniestralidad, revisión normativa y evaluación de prácticas de diseño vial en zonas urbanas.

Resultados:

El informe identifica que la falta de señalización adecuada, el diseño geométrico deficiente y la ausencia de infraestructura segura para peatones son factores recurrentes en los siniestros viales urbanos.

Relación con el presente estudio:

Este antecedente refuerza la pertinencia de evaluar la señalización vial, la geometría y la seguridad de usuarios vulnerables en intersecciones urbanas mexicanas, como la analizada en este estudio.

Antecedente Nacional 2

Autor: Obregón-Biosca, S. A. & Betanzo-Quezada, E.

Año: 2015

Tipo de documento: Artículo científico

Objetivo:

Analizar los factores de riesgo asociados a la infraestructura vial y su relación con la ocurrencia de siniestros de tránsito en entornos urbanos en México.

Metodología:

El estudio empleó análisis estadístico descriptivo y revisión de características geométricas y operativas de la infraestructura vial urbana.

Resultados:

Los autores concluyen que deficiencias en el diseño geométrico, la visibilidad y la señalización incrementan la probabilidad de conflictos y siniestros viales en intersecciones.

Relación con el presente estudio:

Este artículo fundamenta el análisis de variables como geometría vial, operación del tránsito y señalización, las cuales son evaluadas en la auditoría técnica realizada en la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro.

Antecedente Nacional 3

Autor: Organización Mundial de la Salud

Año: 2023

Tipo de documento: Informe técnico

Objetivo:

Evaluar la situación actual de la seguridad vial y la protección de usuarios vulnerables, con énfasis en países de ingresos medios, incluido México.

Metodología:

El informe se elaboró mediante la recopilación de datos oficiales, análisis normativo y evaluación de estrategias de movilidad segura implementadas a nivel nacional.

Resultados:

Se identificó que la infraestructura vial urbana presenta deficiencias significativas en la protección de peatones y ciclistas, particularmente en intersecciones sin diseño seguro ni señalización adecuada.

Relación con el presente estudio:

Este antecedente respalda la inclusión de la variable seguridad de los usuarios vulnerables y justifica la necesidad de auditorías viales en intersecciones urbanas mexicanas

Teorías que fundamentan el estudio

Este estudio se sustenta en enfoques teóricos consolidados en el ámbito de la movilidad y la seguridad vial, los cuales permiten interpretar de manera sistemática las condiciones geométricas, operativas y normativas de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro, así como los riesgos asociados a la interacción entre los distintos usuarios de la vía.

Teoría del Sistema Seguro

La teoría del Sistema Seguro plantea que el sistema vial debe diseñarse y gestionarse considerando la falibilidad humana, de modo que los errores de los usuarios no deriven en lesiones graves o fatales. Este enfoque establece que la responsabilidad de la seguridad

vial recae principalmente en el diseño de la infraestructura, la gestión del tránsito y el marco normativo, priorizando la protección de los usuarios más vulnerables, como peatones y ciclistas. Desde esta perspectiva, las intersecciones urbanas deben contar con geometrías adecuadas, control del tránsito efectivo y señalización clara que reduzca la probabilidad y severidad de los siniestros. En el presente estudio, la teoría del Sistema Seguro fundamenta la evaluación de la geometría vial, la señalización y la seguridad de los usuarios vulnerables como elementos críticos para la reducción del riesgo vial.

Teoría del diseño geométrico urbano

La teoría del diseño geométrico urbano se enfoca en la configuración física de las vías como un determinante clave del comportamiento de los usuarios y de los niveles de seguridad vial. Esta teoría sostiene que elementos como el ancho de calzada, los radios de giro, la alineación y la visibilidad influyen directamente en la velocidad de operación, las maniobras vehiculares y la interacción con peatones y ciclistas. En intersecciones urbanas, un diseño geométrico inadecuado puede generar conflictos, aumentar la exposición al riesgo y dificultar la accesibilidad universal. En este estudio, esta teoría sustenta el análisis de la geometría vial de la intersección, permitiendo evaluar su conformidad con los criterios normativos y su impacto en la seguridad de todos los usuarios.

Teoría del flujo vehicular

La teoría del flujo vehicular analiza el comportamiento del tránsito a partir de la relación entre variables como volumen, velocidad y densidad, y su influencia en el funcionamiento de la infraestructura vial. Desde este enfoque, las intersecciones representan puntos críticos donde convergen flujos vehiculares y peatonales, generándose potenciales conflictos operativos. Una operación del tránsito sin control adecuado puede provocar congestión, maniobras riesgosas y aumento de la probabilidad de siniestros. En la presente investigación, la teoría del flujo vehicular fundamenta la evaluación de la operación del tránsito mediante aforos vehiculares, permitiendo identificar patrones de circulación y condiciones operativas con potencial de conflicto.

Teoría de la auditoría vial preventiva

La teoría de la auditoría vial preventiva concibe la evaluación sistemática de la infraestructura vial como una herramienta para identificar riesgos antes de que se materialicen en siniestros. Este enfoque se basa en la revisión técnica de elementos geométricos, operativos y de señalización, contrastándolos con criterios normativos y buenas prácticas de seguridad vial. La auditoría vial preventiva permite detectar deficiencias y proponer medidas correctivas orientadas a la reducción del riesgo. En este estudio, esta teoría constituye el eje metodológico central, ya que la evaluación de la intersección Av. Centenario-Calzada Cedro se desarrolla bajo el enfoque de auditoría técnica de seguridad vial.

Marco Normativo

El presente estudio se fundamenta en un conjunto de disposiciones normativas y lineamientos técnicos que regulan el diseño, la operación y la seguridad de la infraestructura

vial urbana en México. Estas normas establecen los criterios mínimos para garantizar condiciones adecuadas de movilidad y seguridad vial, particularmente en intersecciones con alta interacción entre vehículos y usuarios vulnerables.

Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV)

La Ley General de Movilidad y Seguridad Vial establece los principios rectores para la planeación, diseño, operación y gestión de la infraestructura vial en el territorio nacional, bajo un enfoque de movilidad segura, accesible e incluyente. Esta ley prioriza la protección de los usuarios vulnerables y promueve el diseño de calles que reduzcan el riesgo de siniestros viales mediante criterios de seguridad, accesibilidad universal y jerarquización de la movilidad.

En el presente estudio, la LGMSV fundamenta el análisis de la seguridad de los usuarios vulnerables, al establecer la obligación de garantizar infraestructura peatonal continua, accesible y segura, así como condiciones de operación del tránsito que minimicen la exposición al riesgo en intersecciones urbanas.

Manual de Calles: Diseño Vial para Ciudades Mexicanas

El Manual de Calles proporciona criterios técnicos para el diseño geométrico de vialidades urbanas, con énfasis en la seguridad vial, la accesibilidad universal y la convivencia entre distintos modos de transporte. Este documento define parámetros como anchos de calzada y banquetas, radios de giro, visibilidad, diseño de intersecciones y tratamiento de cruces peatonales.

En esta investigación, el Manual de Calles sustenta la evaluación de la geometría vial y de la seguridad peatonal, permitiendo contrastar las condiciones observadas en la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro con los criterios técnicos recomendados para entornos urbanos seguros.

NOM-034-SCT2/SEDATU-2022

La Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 establece los lineamientos para la planeación, diseño y operación de infraestructura vial urbana, incorporando criterios de seguridad vial y movilidad sostenible. Esta norma regula aspectos relacionados con la configuración geométrica, el control del tránsito y la señalización, con el objetivo de reducir la ocurrencia de siniestros y proteger a los usuarios vulnerables.

En el presente estudio, la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 es utilizada como referencia normativa para la evaluación de la geometría vial, la operación del tránsito y la señalización vial, permitiendo emitir juicios técnicos sobre el cumplimiento o incumplimiento de los criterios establecidos.

Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito

El Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito establece las características, clasificación, ubicación y condiciones de uso de la señalización vertical y horizontal, así como de otros dispositivos destinados a regular, advertir e informar a los

usuarios de la vía. Su correcta aplicación contribuye a la reducción de conflictos viales y a la mejora de la seguridad en intersecciones urbanas.

En esta investigación, dicho manual fundamenta el análisis de la señalización vial, permitiendo evaluar la presencia, visibilidad, estado físico y adecuación de los dispositivos existentes en la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro, en relación con los criterios técnicos vigentes.

Definiciones Operativas

Para efectos del presente estudio, se adoptan las siguientes definiciones operativas, las cuales permiten precisar el significado de las variables analizadas y asegurar una interpretación uniforme durante la evaluación de la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro.

Geometría vial

Conjunto de características físicas que configuran el espacio de circulación vehicular y peatonal en una intersección urbana, tales como el ancho de calzada, el ancho y continuidad de las banquetas, los radios de giro y las condiciones de visibilidad, las cuales influyen directamente en la seguridad y funcionalidad del entorno vial (Manual de Calles, 2019).

Operación del tránsito

Comportamiento observable de los flujos vehiculares en una intersección, expresado a través del volumen de tránsito, la composición vehicular y las maniobras de circulación, cuya interacción determina el nivel de funcionamiento y la presencia de conflictos operativos entre los usuarios de la vía (SICT, lineamientos técnicos).

Señalización vial

Conjunto de dispositivos verticales y horizontales destinados a regular, advertir e informar a los usuarios de la vía, cuya correcta ubicación, visibilidad y estado físico contribuyen a ordenar la circulación y reducir el riesgo de siniestros viales (Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito).

Seguridad de los usuarios vulnerables

Condiciones del entorno vial que influyen en la exposición al riesgo de peatones, ciclistas, motociclistas y personas con movilidad reducida, considerando la existencia y calidad de infraestructura segura, accesible y continua, así como la interacción con el tránsito vehicular (Ley General de Movilidad y Seguridad Vial).

Visibilidad

Distancia libre de obstáculos que permite a los conductores y peatones detectar oportunamente a otros usuarios de la vía y anticipar maniobras de manera segura, especialmente en zonas de cruce e intersecciones urbanas (Manual de Calles, 2019).

Movilidad urbana sostenible, Seguridad vial, Auditoría de seguridad vial y Factores de riesgo vial.

La seguridad vial se ha consolidado como una prioridad crítica en las políticas públicas internacionales y nacionales, debido a su impacto directo en la salud pública, la equidad social y el desarrollo sostenible. Cada año, los siniestros de tránsito ocasionan aproximadamente 1.3 millones de muertes y 50 millones de lesiones en el ámbito global, constituyéndose como una de las principales causas de mortalidad entre personas jóvenes, de acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

En este contexto, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021–2030, cuyo objetivo consiste en reducir en al menos un 50 % las muertes y lesiones derivadas de siniestros viales durante dicho periodo (UN General Assembly Resolution 74/299). El Plan Mundial que sustenta esta iniciativa adopta el enfoque de “Sistema Seguro”, que plantea la intervención integral de todos los componentes del sistema de movilidad: infraestructura segura, gestión del uso del suelo, límites de velocidad, vehículos con altos estándares de seguridad, educación y cultura vial, así como una respuesta post-siniestro eficaz.

Entre los factores clave en materia de seguridad vial destaca la velocidad. La evidencia presentada por el European Transport Safety Council señala que el exceso de velocidad incrementa significativamente la probabilidad y la severidad de los siniestros, especialmente en entornos urbanos con elevada interacción entre peatones y vehículos. Tanto el informe PIN Flash 36 (ETSC, 2019) como evaluaciones posteriores (ETSC, 2020) recomiendan la adopción de estrategias combinadas de gestión de velocidad, que incluyen el rediseño geométrico, campañas de concientización y tecnologías de control automático. Estas recomendaciones resultan particularmente pertinentes para el contexto mexicano, donde la velocidad continúa siendo uno de los factores de riesgo más extendidos.

A escala regional, el Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial (OISEVI) opera como una plataforma estratégica de cooperación técnica entre los países de Iberoamérica. Mediante el intercambio de buenas prácticas, el fortalecimiento institucional y la homologación normativa, busca reducir los niveles de siniestralidad vial. El X Informe Iberoamericano de Seguridad Vial identifica avances relevantes en la consolidación de sistemas de información sobre accidentes, así como en la legislación relativa a factores de riesgo como el exceso de velocidad, el consumo de alcohol y el uso de cinturones, cascos y sistemas de retención infantil.

En América Latina y el Caribe persisten desafíos estructurales que dificultan la transición hacia sistemas de movilidad más seguros. La CEPAL (2021) señala que la región mantiene tasas elevadas de siniestralidad asociadas con la velocidad inapropiada, la infraestructura deficiente y la limitada capacidad de fiscalización. Asimismo, destaca que la protección de usuarios vulnerables peatones, ciclistas y motociclistas continúa siendo un aspecto pendiente para los gobiernos locales. Este diagnóstico subraya la importancia de incorporar estándares internacionales y fortalecer los procesos de auditoría vial.

En el ámbito nacional, México avanzó de manera significativa con la promulgación de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV) en mayo de 2022. Esta ley reconoce la movilidad como un derecho humano y establece las bases para garantizarla bajo criterios de seguridad, eficiencia, accesibilidad, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad. Uno de sus principios rectores es la adopción del enfoque de “sistemas seguros”, que prioriza a los usuarios más vulnerables peatones, ciclistas y personas con discapacidad por encima del transporte motorizado individual.

Derivado de esta legislación se creó el Sistema Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (SNMSV), instancia responsable de coordinar acciones entre los tres niveles de gobierno. En octubre de 2023, este sistema aprobó la Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (ENAMOV), documento rector que establece metas a corto, mediano y largo plazo alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente las metas 3.6 y 11.2, relacionadas con la reducción de muertes viales y el acceso universal a sistemas de transporte seguros y sostenibles.

No obstante, el Informe sobre la Situación de la Seguridad Vial en México 2022 indica que, hacia enero de 2024, únicamente el 47 % de las entidades federativas había armonizado su legislación local con la LGMSV. Persisten rezagos en la regulación de aspectos fundamentales, como los límites de velocidad y el alcohol, lo cual limita la efectividad de las políticas de movilidad segura.

La seguridad vial presenta además diferencias marcadas entre regiones y niveles de ingreso, lo que ha motivado análisis comparativos internacionales. Según el International Transport Forum y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, persisten amplias brechas entre países de ingresos altos y medios en materia de gestión institucional, regulación de la velocidad, calidad de la infraestructura y atención a usuarios vulnerables (ITF & OECD, 2023). Estos contrastes permiten contextualizar la situación de México frente a regiones donde las políticas sustentadas en evidencia han logrado avances consistentes.

En los últimos años, los enfoques de movilidad urbana sostenible han cobrado relevancia en ciudades del Sur Global, impulsados por la necesidad de reducir emisiones y mejorar la habitabilidad urbana. Sin embargo, su implementación enfrenta barreras institucionales, financieras y de gobernanza que limitan su alcance. Nichi et al. (2025) sostienen que, si bien las políticas de movilidad baja en carbono han mostrado avances, continúan enfrentando restricciones estructurales, particularmente en entornos urbanos con crecimiento acelerado y marcos normativos insuficientes, lo que incide directamente en la calidad y seguridad de los desplazamientos diarios.

La seguridad en intersecciones representa otro componente fundamental en la gestión del riesgo vial, debido a la complejidad del entorno y la multiplicidad de trayectorias posibles. Juozevičiūtė et al. (2022) evidencian que la incorporación de fases peatonales exclusivas en intersecciones semaforizadas mejora de manera significativa la seguridad de los peatones al reducir los conflictos con vehículos. De forma complementaria, Basu et al. (2022) muestran que la densidad de intersecciones y el nivel de complejidad vial influyen en la percepción subjetiva del riesgo entre conductores, afectando sus patrones de atención y velocidad. Estos hallazgos justifican la necesidad de auditorías viales orientadas a identificar puntos críticos y proponer mejoras geométricas.

Las estrategias de calmado de tráfico se han consolidado como herramientas eficaces para reducir conflictos viales y mejorar la seguridad operacional en entornos urbanos. Tumminello et al. (2023) señalan que intervenciones como estrechamientos, chicanas, pasos peatonales elevados y ampliaciones de banquetas contribuyen a disminuir la velocidad vehicular y a mejorar la percepción de seguridad entre usuarios vulnerables. Estas intervenciones son especialmente útiles en intersecciones y corredores con alto flujo peatonal, como sucede en diversas zonas urbanas de México.

En conjunto, estos desafíos normativos afectan de manera particular a los usuarios vulnerables del sistema vial, quienes enfrentan mayores riesgos en contextos caracterizados por infraestructura deficiente o marcos regulatorios no armonizados. En este sentido, la implementación de auditorías técnicas de seguridad vial como la propuesta en esta residencia profesional se alinea con los lineamientos de los marcos internacionales y nacionales. Dichas auditorías permiten identificar riesgos latentes, formular recomendaciones técnicas específicas y orientar intervenciones correctivas respaldadas por la evidencia científica y los estándares normativos vigentes.

Modelos de auditoría vial: Enfoques internacionales (OMS) y Etapas y procedimientos de una auditoría vial.

La auditoría de seguridad vial constituye una herramienta preventiva de evaluación técnica que permite identificar riesgos latentes en la infraestructura vial antes de que estos deriven en siniestros. A diferencia de las inspecciones reactivas, las auditorías viales buscan anticiparse a los eventos de tránsito, enfocándose en la detección temprana de condiciones inseguras en cualquier fase del ciclo de vida de un proyecto vial desde su diseño hasta su operación o rehabilitación. Su propósito fundamental es proponer medidas correctivas o de mitigación que reduzcan la probabilidad y severidad de los siniestros viales, especialmente en contextos urbanos con alta vulnerabilidad peatonal y ciclista.

Enfoques internacionales

El modelo metodológico de auditoría vial ha sido ampliamente promovido por organismos multilaterales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Mundial. Todos estos actores coinciden en aplicar el enfoque de Sistema Seguro, el cual reconoce que los errores humanos son inevitables, pero que las consecuencias pueden minimizarse mediante infraestructura tolerante al error.

La OMS, en su Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2021 - 2030, recomienda la implementación de auditorías técnicas como parte de las políticas nacionales para lograr la reducción del 50 % de muertes y lesiones viales antes del año 2030.

Aplicación en México

En el contexto nacional, el Informe sobre la situación de la seguridad vial, México 2022, elaborado por la Secretaría de Salud y el STCONAPRA, reconoce expresamente el uso de auditorías viales como una estrategia clave dentro del Programa de Acción Específico de Prevención de Accidentes y la Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (ENAMOV). Estas auditorías se han empleado para identificar puntos críticos, evaluar el diseño geométrico y detectar conflictos viales en zonas urbanas de alta complejidad operativa.

Estructura metodológica de la auditoría vial

La auditoría vial se desarrolla comúnmente a través de las siguientes etapas secuenciales, adaptadas a las recomendaciones en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito (SICT, 2023):

Revisión documental: Análisis técnico y normativo del diseño preliminar o existente, incluyendo planos, esquemas geométricos, estudios de tránsito y normatividad vigente.

Inspección en campo: Evaluación directa del sitio para observar las condiciones reales de operación, visibilidad, señalización, flujo peatonal, iluminación y otros factores de seguridad vial.

Identificación de riesgos: Aplicación de listas de verificación técnica para detectar deficiencias o situaciones de riesgo en el diseño y operación de la vía.

Análisis y priorización de hallazgos: Evaluación del nivel de riesgo con base en criterios de severidad (consecuencias potenciales) y exposición (probabilidad de ocurrencia).

Formulación de recomendaciones: Propuestas de intervención clasificados en acciones de corto, mediano y largo plazo, diferenciando entre correcciones inmediatas (baja inversión) y soluciones estructurales.

Elaboración del informe técnico: Integración de resultados, evidencias fotográficas, análisis normativo y recomendaciones específicas dirigidas a las autoridades responsables de la infraestructura vial.

Esta estructura puede adaptarse a las condiciones particulares de cada proyecto. No obstante, su aplicación preventiva, especialmente en las etapas tempranas del diseño o previo a una intervención de rehabilitación, ha demostrado ser la más efectiva para reducir riesgos y costos futuros.

Casos de aplicación en América Latina

Estudios regionales también avalan la utilidad de las auditorías viales en contextos urbanos. Por ejemplo, la investigación de Goyes Balladares y Moya Jiménez (2022) en el centro de la ciudad de Ambato, Ecuador, demostró cómo el análisis técnico y observacional de la infraestructura permite proponer mejoras tangibles que favorecen la seguridad peatonal, el transporte activo y la eficiencia operativa del tránsito. Este enfoque, además de ser técnicamente sólido, es aplicable a ciudades intermedias en expansión como Chetumal.

Importancia para el caso de estudio

En el caso específico de la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro, la aplicación de una auditoría vial bajo estos lineamientos permitirá evaluar objetivamente el estado actual de la infraestructura, identificar riesgos críticos y formular propuestas basadas en evidencia. El proceso servirá no solo como diagnóstico técnico, sino también como instrumento de gestión y planeación urbana, al alinear las intervenciones con estándares nacionales e internacionales en materia de movilidad segura.

Factores determinantes en la seguridad vial: Diseño geométrico, Señalización, Condiciones del tránsito, Seguridad de peatones y ciclistas.

La seguridad vial en entornos urbanos es el resultado de una compleja interacción entre elementos físicos, operativos y humanos. Bajo el enfoque de Sistema Seguro, ampliamente promovido por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), se reconoce que el riesgo vial no puede ser atribuido exclusivamente al comportamiento del conductor, sino que debe analizarse a partir de una visión sistémica en la que el diseño vial, la señalización, la operación del tránsito y la protección de usuarios vulnerables cumplen roles críticos para reducir la probabilidad y severidad de los siniestros.

Diseño geométrico de la infraestructura vial

Uno de los elementos estructurales más importantes en la prevención de siniestros es el **diseño geométrico**. Este debe garantizar condiciones adecuadas de visibilidad, continuidad operativa, fluidez y seguridad en los puntos de conflicto. Según el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras (SICT-SEDATU, 2023), una geometría vial adecuada permite anticipar movimientos de los usuarios, delimitar con claridad los carriles, minimizar ángulos muertos y mejorar la eficiencia de intersecciones complejas. El diseño debe considerar las particularidades del entorno urbano, incorporando radios de giro adecuados, espacios de espera peatonal, zonas de visibilidad ampliada y elementos reductores de velocidad en áreas críticas como escuelas o cruces peatonales.

Señalización vial

La señalización, tanto vertical como horizontal, cumple una función esencial para la orientación, regulación y advertencia a los usuarios. Una señalización mal ubicada, desgastada o ambigua puede inducir errores de juicio, generar conflictos entre vehículos y peatones, e incrementar la probabilidad de accidentes. El manual citado establece estándares técnicos para la aplicación de señales preventivas, restrictivas e informativas, incluyendo características como el tamaño, visibilidad diurna y nocturna, contraste cromático y material reflectante. Estas especificaciones están normadas en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que define criterios obligatorios para su diseño, ubicación y mantenimiento.

La adecuada implementación de la señalización debe asegurar coherencia entre las condiciones geométricas de la vía y los mensajes transmitidos, contribuyendo a decisiones rápidas y seguras por parte de los usuarios.

Condiciones del tránsito y operación

Las condiciones operativas del tránsito representan un factor dinámico que influye directamente en la seguridad vial. Variables como el volumen vehicular, la velocidad promedio, los tiempos de espera, la geometría del cruce y la sincronización semafórica determinan el nivel de exposición al riesgo. El Informe sobre la situación de la seguridad vial, México 2022, destaca que en zonas urbanas con infraestructura deficiente o envejecida, las condiciones operativas no controladas incrementan significativamente la ocurrencia de siniestros, especialmente en horarios pico y en zonas de alto flujo peatonal.

La gestión del tránsito, por tanto, debe contemplar mecanismos como reconfiguración de fases semafóricas, diseño de ciclos de cruce peatonal, separación modal en intersecciones, y establecimiento de límites de velocidad según el tipo de vía y el entorno.

Seguridad de peatones y ciclistas

La protección de usuarios vulnerables peatones, ciclistas, motociclistas y personas con discapacidad ha cobrado creciente importancia en los marcos técnicos y normativos contemporáneos. El Global Plan for Road Safety 2021–2030 establece que la infraestructura urbana debe rediseñarse con un enfoque centrado en la seguridad de estos grupos, mediante la provisión de aceras continuas, cruces seguros, iluminación adecuada, rampas accesibles y vías exclusivas para modos activos de transporte.

En el plano normativo, la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV) establece la obligación del Estado de garantizar infraestructura accesible, de calidad y segura para todos los usuarios, priorizando a la movilidad no motorizada dentro de la jerarquía de movilidad. Asimismo, promueve el rediseño urbano con perspectiva de equidad, reconociendo que los usuarios vulnerables enfrentan mayores riesgos en contextos urbanos desiguales y excluyentes.

Enfoque integral: infraestructura, tránsito y usuario

Estudios recientes como el de Goyes Balladares y Moya Jiménez (2022) destacan que la evaluación de la movilidad urbana debe ir más allá del análisis técnico de la infraestructura. Su trabajo en la ciudad de Ambato, Ecuador, demostró que la identificación de debilidades en el entorno vial, combinada con una lectura social del espacio, permite construir estrategias eficaces para la mejora del transporte activo, la equidad urbana y la sostenibilidad operativa.

Aplicación en auditorías viales urbanas

En el contexto de auditorías viales, como la que se propone para la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro, estos factores deben ser abordados de manera simultánea y coordinada. La evaluación debe integrar el análisis de las condiciones físicas de la infraestructura, el comportamiento del tránsito y las necesidades específicas de los usuarios. Este enfoque integral permite identificar riesgos no evidentes a simple vista, formular soluciones realistas y promover intervenciones urbanas que aumenten la seguridad vial desde una perspectiva de inclusión y sostenibilidad.

Como se presenta en la **Tabla 1**, se establece la trazabilidad teórico–normativa de las variables consideradas en el estudio, vinculando cada variable con sus dimensiones, indicadores, fundamentos teóricos y marcos normativos aplicables. Esta tabla permite asegurar la coherencia metodológica entre el marco teórico, la normativa vigente y el análisis desarrollado en la auditoría de movilidad y seguridad vial.

Variable	Dimensión	Indicadores	Fundamento teórico	Fundamento normativo
Movilidad urbana	Accesibilidad	Continuidad peatonal; conectividad entre cruces; accesibilidad universal	Goyes-Balladares & Moya-Jiménez (2022): necesidad de accesos continuos y seguros para usuarios vulnerables	LGMSV (2022): movilidad como derecho; accesibilidad universal como criterio obligatorio
	Operación vial	Volumen vehicular; tiempos de espera; interacción entre modos	SICT (2022): congestión y operación deficiente aumentan riesgos	ENAMOV (2023): gestión del tránsito como eje de seguridad
	Infraestructura para modos activos	Ancho de banqueta; pasos peatonales; infraestructura ciclista	Goyes-Balladares & Moya-Jiménez (2022): discontinuidades peatonales elevan riesgo	Manual de Calles SEDATU (2019): diseño para peatones y ciclistas
Seguridad vial	Factores de riesgo	Velocidad; conflictos vehículo-peatón; visibilidad	ETSC (2019–2020): velocidad como principal factor de severidad	LGMSV (2022): obligación de regular velocidad
	Usuarios vulnerables	Riesgo peatonal; infraestructura segura; cruce seguro	CEPAL (2021): la región mantiene alta siniestralidad peatonal	LGMSV (2022); NOM-034-SCT2/SEDATU-2022
	Conflictos viales en intersecciones	Frecuencia de conflictos; maniobras peligrosas	Juozevičiūtė et al. (2022): fases peatonales exclusivas reducen conflictos	SICT–SEDATU (2023): criterios de diseño para intersecciones
Auditoría de seguridad vial	Evaluación física	Estado de señalización; geometría; diseño	OMS (2021–2030): auditorías como herramienta preventiva	Manual de Señalización SICT–SEDATU (2023)
	Evaluación operativa	Flujo, velocidad, interacción modal	SICT (2022): auditorías para diagnóstico de operación	NOM-034-SCT2/SEDATU-2022
	Identificación de riesgos	Riesgos en infraestructura; exposición y severidad	Goyes-Balladares & Moya-Jiménez (2022)	ENAMOV (2023): auditorías como medida obligatoria
Diseño geométrico	Geometría de intersecciones	Radios de giro; anchos; visibilidad lateral	Tumminello et al. (2023): geometría influye en velocidad	Manual de Calles SEDATU (2019); SICT–SEDATU (2023)
	Espacios peatonales	Refugios; islas; rampas	Juozevičiūtė et al. (2022)	LGMSV (2022): prioridad a peatones
	Compatibilidad modal	Separación entre modos; cruce seguro	ETSC (2019–2020); CEPAL (2021)	NOM-034-SCT2/SEDATU-2022

TABLA 1 TRAZABILIDAD TEORICA NORMATIVA - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla de trazabilidad teórico – Normativa de las variables.

Estudios previos y experiencias comparativas: Casos similares en México y América Latina, Principales hallazgos y vacíos detectados.

El análisis de experiencias previas en materia de seguridad vial urbana representa un recurso relevante para identificar patrones de riesgo, evaluar la efectividad de intervenciones aplicadas y reconocer vacíos técnicos y normativos que limitan el impacto de las políticas públicas. En particular, los estudios de caso en ciudades mexicanas e iberoamericanas permiten sistematizar conocimientos derivados de auditorías viales, rediseños urbanos, diagnósticos socioespaciales y análisis de infraestructura, contribuyendo al desarrollo de soluciones contextualizadas y replicables.

Casos en México

Uno de los estudios más relevantes en el contexto mexicano es el de Obregón Biosca y Betanzo Quezada (2015), centrado en la movilidad urbana en la zona metropolitana de Santiago de Querétaro. A partir de una metodología basada en encuestas origen-destino, los autores identifican que las decisiones de movilidad están condicionadas por el ingreso, el nivel educativo y el acceso a infraestructura vial de calidad. Los sectores socioeconómicos más desfavorecidos dependen principalmente del transporte público o de la movilidad activa, lo que los expone a mayores riesgos viales por la precariedad de la infraestructura peatonal y ciclista.

Además, el estudio advierte que el crecimiento urbano disperso y no planificado de las ciudades intermedias ha provocado una expansión de la mancha urbana sin una inversión proporcional en infraestructura vial segura. Esta condición ha generado un incremento en los desplazamientos motorizados y la exposición al riesgo. Como propuesta, los autores plantean la necesidad de establecer sistemas integrados de transporte, fortalecer la señalización, y aplicar auditorías viales como mecanismo de evaluación y prevención de conflictos en zonas críticas (Obregón Biosca & Betanzo Quezada, 2015).

Experiencias en América Latina

En el ámbito regional, la investigación de Goyes Balladares y Moya Jiménez (2022), desarrollada en la ciudad de Ambato (Ecuador), destaca por su enfoque técnico en el análisis de la infraestructura urbana para el transporte activo. Mediante observación directa, inspecciones en campo y contraste con normativa vigente, los autores identificaron deficiencias en señalización, geometría vial, accesibilidad peatonal, mantenimiento y visibilidad. Como resultado, clasificaron los componentes del entorno vial según su funcionalidad y riesgo, proponiendo intervenciones de corto plazo orientadas a la seguridad de los usuarios vulnerables, especialmente peatones y ciclistas.

Este estudio evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos técnicos de diagnóstico vial en ciudades medias latinoamericanas, donde la presión por expansión urbana y motorización no ha sido correspondida con una planificación integral del espacio vial.

Informes regionales y vacíos comunes

El X Informe Iberoamericano de Seguridad Vial, elaborado por el Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial (OISEVI), proporciona una visión comparada de la situación de los países latinoamericanos. Si bien se identifican avances importantes en materia legislativa, fiscalización y educación vial, el informe subraya vacíos relevantes en la implementación de auditorías técnicas sistemáticas, la integración de usuarios vulnerables en el diseño de infraestructura, y la falta de estandarización de datos sobre siniestralidad urbana.

En particular, se señala que pocos países han institucionalizado la auditoría vial como un proceso obligatorio en las etapas de diseño, operación y mantenimiento de proyectos viales, lo que limita la capacidad de prevención proactiva y la identificación temprana de riesgos.

Panorama nacional: Avances y retos

En el caso de México, el Informe sobre la situación de la seguridad vial 2022 documenta un panorama mixto. Por un lado, reconoce avances estructurales como la promulgación de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV) y la implementación de la Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (ENAMOV). Por otro, evidencia deficiencias normativas persistentes a nivel estatal, ausencia de auditorías viales sistemáticas en zonas urbanas, e insuficiente inversión en infraestructura para modos no motorizados.

El informe enfatiza que estas limitaciones reducen la efectividad de los esfuerzos por garantizar el derecho a la movilidad segura, especialmente para usuarios vulnerables. Ante ello, propone fortalecer la capacidad técnica de los gobiernos locales, institucionalizar auditorías de seguridad vial y consolidar sistemas de información que permitan tomar decisiones basadas en evidencia.

En conjunto, los estudios revisados convergen en la importancia de realizar evaluaciones técnicas preventivas en puntos de alta complejidad vial. Las auditorías de seguridad vial se consolidan como herramientas eficaces para diagnosticar deficiencias, formular propuestas de mejora e incidir en el rediseño del espacio urbano bajo criterios de seguridad, sostenibilidad e inclusión. Las experiencias de México, Ecuador y otras ciudades latinoamericanas demuestran que la combinación de análisis normativo, observación de campo y enfoque territorial puede generar intervenciones más eficientes y resilientes frente a los retos de la movilidad urbana contemporánea.

Metodología.

Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo corresponde a un proyecto de investigación de enfoque aplicado, desarrollado mediante una auditoría técnica de movilidad y seguridad vial. De acuerdo con el propósito del estudio y el tipo de análisis realizado, la investigación se ubica en un nivel descriptivo, ya que se limita a caracterizar condiciones existentes sin establecer relaciones causales, ya que se orienta a caracterizar las condiciones geométricas, operativas y de seguridad vial de una intersección urbana, sin establecer relaciones causales ni realizar modelación estadística.

El estudio se realizó a partir de la observación directa y medición en campo, permitiendo identificar condiciones existentes que representan factores de riesgo para los distintos usuarios de la vía, con énfasis en los usuarios vulnerables.

Área de estudio

La intersección evaluada se localiza en el cruce de la Avenida Centenario y la Calzada Cedro, en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. Este punto forma parte de un corredor urbano con actividad comercial ligera en sus esquinas, siendo un nodo relevante para la movilidad local debido a la confluencia de flujos vehiculares provenientes de zonas habitacionales y comercios.

La Avenida Centenario funciona como una vía secundaria, con dos carriles destinados al sentido principal de circulación y dos carriles adicionales que operan para el retorno mediante un camellón central. Esta característica le otorga una capacidad moderada y una operación vehicular continua, con velocidades intermedias y presencia de transporte público que utiliza el corredor como ruta de paso.

Por su parte, la Calzada Cedro corresponde a una vía local, caracterizada por un carril para circulación directa y un carril para retorno. Su función principal es el acceso a viviendas y comercios de la zona inmediata, con un volumen vehicular menor y geometría estrecha respecto a la avenida principal.

El entorno presenta una franja de vegetación en el camellón central, compuesta por árboles que no obstruyen la visibilidad lateral del cruce, pero sí forman parte del paisaje físico a considerar en la evaluación de iluminación y percepción del entorno. Asimismo, se identificó la presencia de vehículos estacionados en las inmediaciones de la intersección, principalmente sobre Calzada Cedro y zonas contiguas, lo que puede reducir el campo visual en ciertos ángulos y generar puntos ciegos durante maniobras de incorporación.

Aunque existen comercios en las esquinas, estos no invaden la banqueta ni el arroyo vehicular, manteniéndose dentro de sus respectivos predios. El flujo peatonal es bajo, sin pasos peatonales señalizados ni infraestructura específica que garantice cruces seguros. No obstante, el cruce es utilizado ocasionalmente por peatones y personas con movilidad reducida; aunque algunas rampas permiten acceder a las banquetas, estas carecen de señalización horizontal o vertical.

El corredor es utilizado por transporte público, lo que incrementa la demanda operativa y la variabilidad del tránsito. Se observan giros frecuentes, especialmente desde Calzada Cedro hacia ambos sentidos de la Avenida Centenario, lo que incrementa los conflictos vehiculares en ausencia de canalizaciones, señalización adecuada y control de prioridades.

En conjunto, la intersección presenta una combinación de características geométricas, operativas y contextuales que la convierten en un punto crítico potencial, justificando la necesidad de una evaluación técnica detallada mediante auditoría vial.

El periodo de trabajo de campo se desarrolló entre los meses de agosto y diciembre de 2025, durante los cuales se realizaron las mediciones, observaciones y registros necesarios para el análisis del estudio.

Técnicas e instrumentos

Las técnicas empleadas en el estudio fueron la medición directa en campo, el aforo vehicular manual y la observación estructurada. Como instrumentos se utilizaron cinta métrica para las mediciones geométricas, formatos de aforo vehicular, listas de verificación institucionales proporcionadas por el IMOVEQROO y registro fotográfico del sitio.

Procedimiento de análisis

Los datos recolectados se organizaron en tablas para su análisis descriptivo. Las dimensiones geométricas, los volúmenes vehiculares, las condiciones de la señalización y los aspectos relacionados con la seguridad de los usuarios vulnerables se interpretaron a partir de su magnitud y condición observada, identificando factores que representan riesgos para la movilidad y la seguridad vial en la intersección evaluada.

Geometría Vial

Para dar cumplimiento al objetivo específico de evaluar la geometría vial de la intersección, se realizaron mediciones directas en campo del ancho de calzada y de banquetas en cada aproximación, así como observación estructurada de la continuidad y condición de la infraestructura peatonal, comparando los valores obtenidos con los criterios establecidos en el Manual de Calles y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

Señalización vial

Para dar cumplimiento al objetivo específico de evaluar la señalización vial de la intersección, se realizó una observación directa en campo, apoyada en un checklist técnico institucional, registrando la presencia, tipo, ubicación, visibilidad y estado físico de la señalización vertical y horizontal, comparando los elementos observados con los criterios establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y en el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito.

Operación de tránsito

Para dar cumplimiento al objetivo específico de evaluar la operación del tránsito, se realizó un aforo vehicular manual durante una hora representativa, registrando el volumen de vehículos por tipo y por maniobra en las cuatro aproximaciones de la intersección. Los resultados se expresaron en vehículos por hora (veh/h) y se analizaron de manera descriptiva, conforme a los lineamientos técnicos de la SICT.

Seguridad de usuarios vulnerables

Para dar cumplimiento al objetivo específico de evaluar la seguridad de los usuarios vulnerables, se realizó observación directa en campo, registrando la presencia de peatones y ciclistas, la existencia y continuidad de banquetas, la presencia de rampas, cruces peatonales, refugios y otros elementos de accesibilidad, contrastando las condiciones observadas con los criterios establecidos en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial y el Manual de Calles.

Resultados

Resultados de Geometría vial

La intersección conformada por la Avenida Centenario y la Calzada Cedro presenta una configuración geométrica amplia e irregular, derivada de la coexistencia de múltiples carriles, retornos y secciones transversales asimétricas. Estas condiciones influyen directamente en el comportamiento operativo de los vehículos y en el nivel de seguridad de los usuarios vulnerables que transitan por el área.

En la Avenida Centenario, la sección transversal total mide 15 metros, distribuida en 7.5 metros por sentido, lo que corresponde a dos carriles en cada dirección: un carril destinado al avance y un carril utilizado para maniobras de retorno. Esta configuración no permite el uso del camellón como refugio peatonal accesible, ya que no cuenta con rampas ni cortes a nivel de calzada, lo cual representa una condición de riesgo para usuarios vulnerables.

En cuanto a la Calzada Cedro, la aproximación hacia la intersección presenta una sección operativa total de 18 metros, distribuida en tres segmentos claramente definidos:

Un carril independiente ubicado del lado izquierdo, con un ancho de 6 metros, destinado a la incorporación directa hacia la Avenida Centenario.

Dos carriles situados del lado derecho, separados por un camellón central, cada uno con un ancho de 6 metros, sumando un total de 12 metros.

Si bien esta configuración se observa en operación, genera una distribución vehicular heterogénea y obliga a los conductores a realizar decisiones rápidas de posicionamiento antes de aproximarse al punto de conflicto con la Avenida Centenario.

Respecto a la infraestructura peatonal, la Avenida Centenario cuenta con banquetas en condiciones regulares hechas de concreto, mientras que en Calzada Cedro únicamente uno de los costados dispone de banqueta hecha de concreto, mientras que en los demás

costados está cubierto de materia orgánica sin concreto. En las cuatro esquinas se identifican rampas peatonales construidas; sin embargo, estas carecen de señalización horizontal o pictogramas, aunque presentan pendientes aceptables para su uso.

El estado superficial del pavimento en ambos ejes puede clasificarse como regular, con presencia de desgaste leve, pero sin baches significativos en el entorno inmediato a la intersección. Las guarniciones mantienen condiciones aceptables y no presentan deformaciones relevantes. El camellón de Calzada Cedro registra una altura aproximada de 20 centímetros.

En cuanto a posibles obstrucciones, se identificó la presencia de vehículos estacionados en los bordes de la vialidad; no obstante, estos no interfieren con la visibilidad directa en el cruce. La vegetación existente principalmente árboles ubicados en el camellón central de la Avenida Centenario tampoco afecta la visibilidad operacional de los conductores.

La intersección cuenta con dos luminarias, lo que permite una iluminación parcial del área. Aunque no se observan condiciones de oscuridad severa, persisten sectores con niveles de iluminación limitados, especialmente en zonas alejadas de los postes principales.

Como se presenta en la **Tabla 2**, la geometría vial de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro se caracteriza por banquetas con un ancho aproximado de 1.20 m en todas las aproximaciones, con superficies deterioradas o no pavimentadas en varios tramos. Asimismo, se registró un ancho total de calzada de 7.50 m en la Avenida Centenario y de 6.00 m en la Calzada Cedro, lo que evidencia una configuración predominantemente orientada al tránsito vehicular, con limitada priorización de la movilidad peatonal. Estas condiciones representan un factor de riesgo para los usuarios vulnerables y limitan la accesibilidad universal en la intersección evaluada.

Elemento evaluado	Ubicación	Medida / condición observada
Banqueta	Av. Centenario (Sur–Norte)	1.20 m, superficie de concreto deteriorada
Banqueta	Av. Centenario (Norte–Sur)	1.20 m, superficie de concreto deteriorada
Banqueta	Calzada Cedro (Oeste–Este)	1.20 m, superficie de césped
Banqueta	Calzada Cedro (Este–Oeste, lado izquierdo)	1.20 m, concreto deteriorado
Banqueta	Calzada Cedro (Este–Oeste, lado derecho)	1.20 m, superficie de césped
Calzada	Av. Centenario	7.50 m de ancho total
Calzada	Calzada Cedro	6.00 m de ancho total

TABLA 2 GEOMETRÍA VIAL - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Los resultados de la evaluación geométrica indican que todas las banquetas de la intersección presentan un ancho aproximado de 1.20 m, así como condiciones físicas desfavorables, caracterizadas por superficies deterioradas o no pavimentadas. Estas características limitan la accesibilidad peatonal y reducen el nivel de seguridad para los usuarios vulnerables. En cuanto a la calzada, se registró un ancho total de 7.50 m en la Av.

Centenario y 6.00 m en la Calzada Cedro, configurando un espacio predominantemente orientado al tránsito vehicular, con escasa priorización de la movilidad peatonal.

Los resultados obtenidos indican que las banquetas presentan un ancho aproximado de 1.20 m, con superficies deterioradas o no pavimentadas, así como ausencia de infraestructura peatonal continua. De acuerdo con los criterios establecidos en el Manual de Calles y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, estas condiciones **no cumplen** con los parámetros mínimos de accesibilidad y seguridad vial para peatones.

Resultados de Señalización vial

En cuanto a la señalización vertical, únicamente se identificó una señal de ALTO, instalada en uno de los accesos directos a la intersección. La placa se encuentra en estado regular, con desgaste visible y pérdida parcial de pintura, aunque aún conserva un nivel de visibilidad aceptable para los conductores. No se observaron señales regulatorias adicionales, tales como límite de velocidad, ceda el paso, advertencias de intersección, cruce peatonal o señalización informativa. Esta ausencia de dispositivos provoca un entorno operativo carente de directrices claras sobre prioridades, movimientos permitidos y comportamiento esperado en el cruce.

Respecto a la señalización horizontal, no se registró la presencia de ningún tipo de marca vial sobre el pavimento. No existen líneas de carril, líneas de borde, flechas direccionales, líneas de alto, pasos peatonales ni delimitaciones para giros o maniobras de incorporación. La carencia de estos elementos favorece la operación desordenada, especialmente considerando la amplitud de los accesos y la existencia de retornos que requieren una adecuada canalización.

De acuerdo con la información presentada en la **Tabla 3**, la señalización vial en la intersección es insuficiente y presenta un bajo nivel de cumplimiento normativo. Únicamente se identificó una señal restrictiva de ALTO en uno de los accesos, mientras que no se registró señalización preventiva, informativa ni marcas viales horizontales, tales como líneas de carril o pasos peatonales. Esta carencia de dispositivos de control limita la correcta asignación de prioridades y favorece una operación desordenada del tránsito, incrementando el riesgo de conflictos viales.

Tipo de señalización	Ubicación	Condición observada
Señalización vertical	Av. Centenario	Ausente
Señal restrictiva (ALTO)	Calzada Cedro	Presente, estado físico deteriorado
Señalización horizontal	Cruces peatonales	Ausente
Señalización preventiva	Intersección	Ausente

TABLA 3 SEÑALIZACIÓN VIAL - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En la **Figura 1 Señalización vertical existente en la intersección**, la cual se limita a una señal restrictiva ubicada en uno de los accesos. La ausencia de señalización complementaria impide una adecuada orientación de los usuarios y evidencia una deficiencia en el control del tránsito conforme a los lineamientos establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

La **Figura 2 Condición física de la señal de alto** muestra la condición física de la señal restrictiva de ALTO identificada en la intersección. Se aprecia desgaste visible en la superficie del dispositivo, lo que reduce su legibilidad y efectividad, especialmente en condiciones de baja iluminación, incrementando el riesgo de incumplimiento por parte de los conductores.

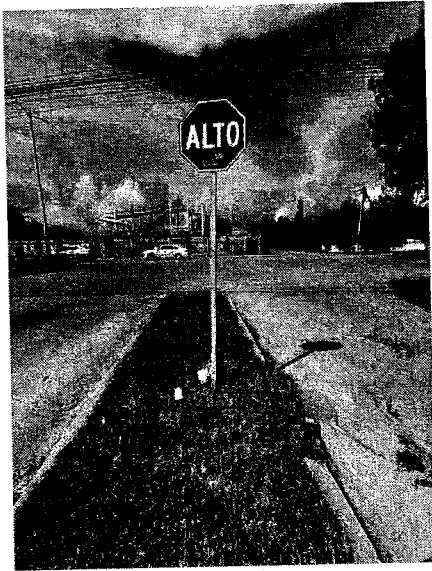


FIGURA 1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL EXISTENTE EN LA INTERSECCIÓN - FUENTE: ELABORACIÓN. PROPIA.

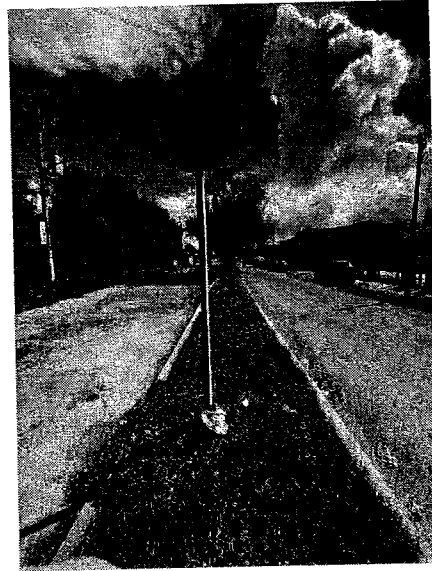


FIGURA 2 CONDICIÓN FÍSICA DE LA SEÑAL DE ALTO - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Los resultados muestran que la intersección cuenta únicamente con una señal restrictiva de ALTO en uno de los accesos, presentando además desgaste visible y ausencia de señalización preventiva, informativa y de marcas viales horizontales. De acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y en el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito, estas condiciones **no cumplen** con los requisitos mínimos para una señalización adecuada y segura

Operación de tránsito

La operación del tránsito en la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro se evaluó mediante un aforo vehicular manual realizado en las cuatro aproximaciones, registrando el volumen de vehículos por tipo y por maniobra durante un periodo de una hora. En las Tablas 4 a 6 se presentan los resultados correspondientes a cada aproximación, así como el consolidado global del aforo.

En la **Figura 3 Rutas de tránsito** se representan las principales rutas de tránsito y maniobras vehiculares identificadas durante el aforo, evidenciando los movimientos predominantes y las trayectorias que concentran mayor interacción entre vehículos. Esta representación gráfica permite comprender la dinámica operativa de la intersección y localizar visualmente los puntos de mayor conflicto.

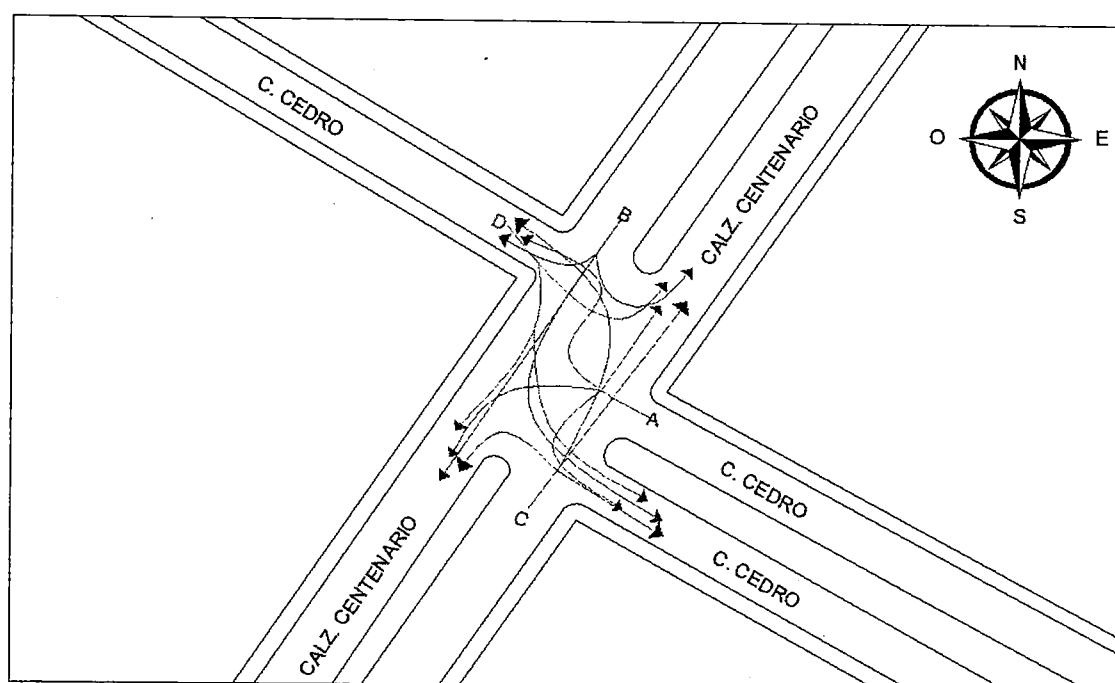


FIGURA 3 RUTAS DE TRÁNSITO - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Resultados del aforo por aproximación

Tipo de vehículo	Retorno	Izquierda	Recto	Derecha
Motocicleta	1	1	5	36
Taxi	0	1	7	30
Vehículo	1	4	19	79
Autobús	0	0	0	0
Camión	0	0	1	2

TABLA 4 APROXIMACIÓN A (SUR HACIA EL NORTE SOBRE Av. CENTENARIO) - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tipo de vehículo	Retorno	Izquierda	Recto	Derecha
Motocicleta	0	48	57	3
Taxi	0	25	52	6
Vehículo	1	46	228	6
Autobús	0	0	0	0
Camión	0	0	0	0

TABLA 5 APROXIMACIÓN B (NORTE HACIA EL SUR SOBRE Av. CENTENARIO) - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tipo de vehículo	Retorno	Izquierda	Recto	Derecha
Motocicleta	0	25	128	36
Taxi	0	17	114	0
Vehículo	0	39	328	63
Autobús	0	0	0	0
Camión	0	0	1	0

TABLA 6 APROXIMACIÓN C (ESTE HACIA EL OESTE SOBRE CALZADA CEDRO) - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tipo de vehículo	Retorno	Izquierda	Recto	Derecha
Motocicleta	1	3	13	4
Taxi	0	0	0	0
Vehículo	0	7	8	1
Autobús	0	0	0	0
Camión	0	2	0	0

TABLA 7 APROXIMACIÓN D (OESTE HACIA EL ESTE SOBRE CALZADA CEDRO) - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tipo de vehículo	Retorno	Izquierda	Recto	Derecha	Total
Motocicleta	2	77	203	79	361
Taxi	0	43	173	36	252
Vehículo	8	96	583	149	836
Autobús	0	0	0	0	0
Camión	0	2	2	2	6

TABLA 8 VEHÍCULOS TOTALES TRANSITADOS EN LA INTERSECCIÓN - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Volumen vehicular total de la intersección: **1,455** vehículos/hora

Los resultados del aforo vehicular manual se presentan en las **Tablas 4, 5, 6, 7 y 8** donde se detallan los volúmenes de tránsito registrados por tipo de vehículo y por maniobra en cada una de las aproximaciones de la intersección. Estos datos permiten identificar los movimientos predominantes y los patrones de circulación que influyen en la generación de conflictos viales y en la exposición al riesgo

En cuanto a la distribución de maniobras, los movimientos rectos y los giros, principalmente a la izquierda y a la derecha, concentran la mayor carga operativa en la intersección. Este patrón genera múltiples puntos de conflicto, especialmente en las zonas de cruce peatonal, donde no existe señalización horizontal ni infraestructura de protección.

Las aproximaciones con mayor intensidad vehicular corresponden a la Avenida Centenario, donde se registran los volúmenes más altos de circulación, incrementando la complejidad operativa del cruce y la interacción entre vehículos, peatones, ciclistas y motociclistas.

El patrón operativo observado evidencia una intersección con alta interacción entre flujos vehiculares y usuarios vulnerables, lo que, en combinación con las limitaciones geométricas y la señalización deficiente, incrementa el nivel de riesgo vial en el área evaluada.

Los resultados del aforo vehicular muestran una alta concentración de flujos en determinados movimientos, particularmente en los accesos con mayor jerarquía vial, así como interacción constante entre vehículos que realizan maniobras de giro y cruce. Estas condiciones evidencian una operación del tránsito con potencial de conflicto, especialmente en ausencia de control y canalización adecuados, lo que afecta el funcionamiento seguro de la intersección.

Análisis técnico de la operación de tránsito

El procesamiento de los datos obtenidos en el aforo vehicular permitió identificar patrones operativos significativos que influyen directamente en el desempeño de la intersección. En primer término, se observó que la aproximación C (Calzada Cedro hacia la Av. Centenario) concentra el mayor volumen de tránsito, destacando la predominancia del movimiento directo. Este comportamiento confirma que dicha aproximación constituye uno de los accesos con mayor demanda operativa dentro del punto evaluado.

La aproximación B (Av. Centenario hacia el Sur) también presenta un flujo elevado, especialmente en el movimiento recto, lo cual refuerza el papel de Avenida Centenario como corredor primario dentro de la red vial local. Por su parte, la aproximación A registra un volumen importante de giros a la derecha, condición que se relaciona con la geometría amplia de este acceso y la ausencia de canalización, factores que facilitan maniobras rápidas y potencialmente conflictivas.

En contraste, la aproximación D reporta los volúmenes más bajos del conjunto, lo que resulta coherente con su función secundaria y su limitada jerarquía dentro de la intersección.

Asimismo, no se registró la presencia de autobuses en ninguno de los movimientos contabilizados, lo que sugiere que la zona no opera como ruta de transporte público. Destaca, en cambio, la proporción considerable de motocicletas dentro del flujo total,

elemento que subraya la importancia de incorporar medidas específicas de protección para usuarios vulnerables.

Aunque los movimientos de retorno presentaron volúmenes reducidos, su operación se considera relevante debido a la amplitud de la sección vial y la ausencia de elementos de control, condiciones que pueden favorecer la ocurrencia de maniobras imprevistas y situaciones de conflicto.

Conclusión Operación de Tránsito

El análisis del aforo vehicular evidencia que la intersección presenta un volumen operativo significativo, alcanzando 1,455 vehículos por hora, condición característica de un corredor urbano intermedio con actividad comercial y flujos constantes. Se observa una clara predominancia de los movimientos rectos en ambas vialidades, mientras que los giros a la izquierda muestran volúmenes moderados y los giros a la derecha registran una alta demanda en determinados accesos, influyendo directamente en la dinámica de circulación.

La ausencia de canalización, señalización horizontal y dispositivos de control específicos incrementa la probabilidad de conflictos operativos, particularmente durante los periodos de mayor concentración vehicular. Estas condiciones, combinadas con la geometría amplia de la intersección, favorecen maniobras desordenadas y reducen la capacidad de anticipación de los conductores, lo que refuerza la necesidad de intervenciones técnicas orientadas a mejorar la seguridad y la funcionalidad del punto evaluado.

Resultados de la Seguridad de usuarios vulnerables

La evaluación de la seguridad de los usuarios vulnerables en la intersección Avenida Centenario con Calzada Cedro evidenció condiciones desfavorables para peatones, ciclistas y motociclistas. La ausencia de pasos peatonales señalizados y de un esquema claro de prioridad para el cruce incrementa la exposición al riesgo de estos usuarios, quienes deben interactuar directamente con flujos vehiculares sin elementos de protección.

Los ciclistas se ven obligados a compartir el carril con vehículos motorizados, lo que representa un riesgo considerable ante la carencia de infraestructura específica para su circulación. De manera similar, las motocicletas circulan sin restricciones aparentes, pero la mezcla constante de modos de transporte reduce la predictibilidad del entorno vial y aumenta la vulnerabilidad de los usuarios sin protección física.

Usuario vulnerable	Condición observada	Riesgo identificado
Peatones	Banquetas estrechas y deterioradas	Exposición directa al tránsito vehicular
Peatones	Ausencia de cruces peatonales	Conflictos vehículo-peatón
Ciclistas	Circulación compartida con vehículos	Falta de infraestructura segura
Personas con movilidad reducida	Superficie irregular y césped	Inaccesibilidad
Motociclistas	Alta interacción en maniobras de giro	Riesgo de conflicto vial

TABLA 9 RESULTADO DE LA SEGURIDAD DE USUARIOS VULNERABLES - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Inspección Diurna

Durante la inspección diurna se observó en la **Figura 4,5,6 y 7** que la intersección opera bajo un esquema poco ordenado, derivado principalmente de la señalización limitada. La presencia de una única señal restrictiva resulta insuficiente para establecer criterios claros de prioridad, lo que genera incertidumbre tanto en los conductores como en los peatones y ciclistas al momento de realizar cruces o maniobras.



FIGURA 4 INSPECCIÓN DIURNA (CAMELLÓN AV. CENTENARIO – NORTE A SUR) FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.

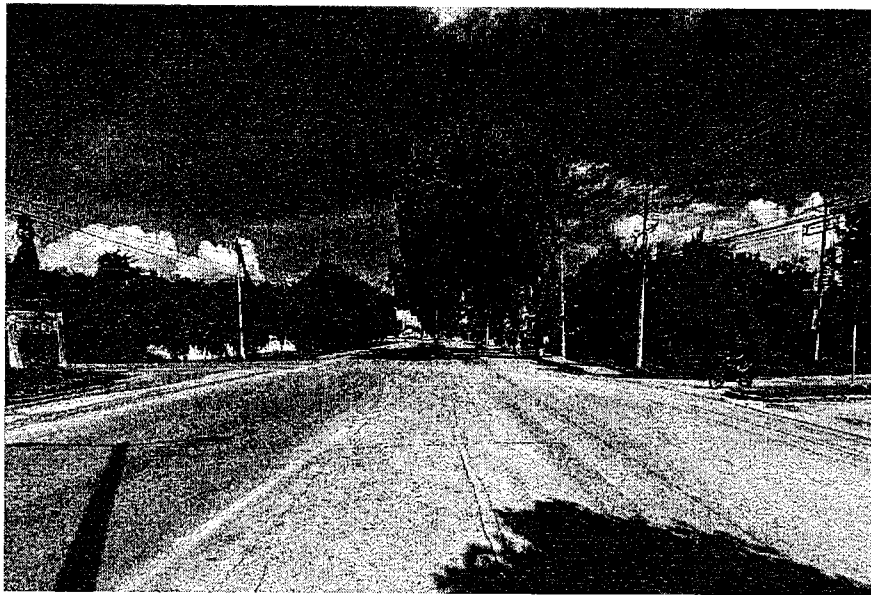


FIGURA 5 INSPECCIÓN DIURNA (CAMELLÓN AV. CENTENARIO – SUR A NORTE FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.



FIGURA 6 INSPECCIÓN DIURNA (CAMELLÓN CALZADA CEDRO – ESTE A OESTE) FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

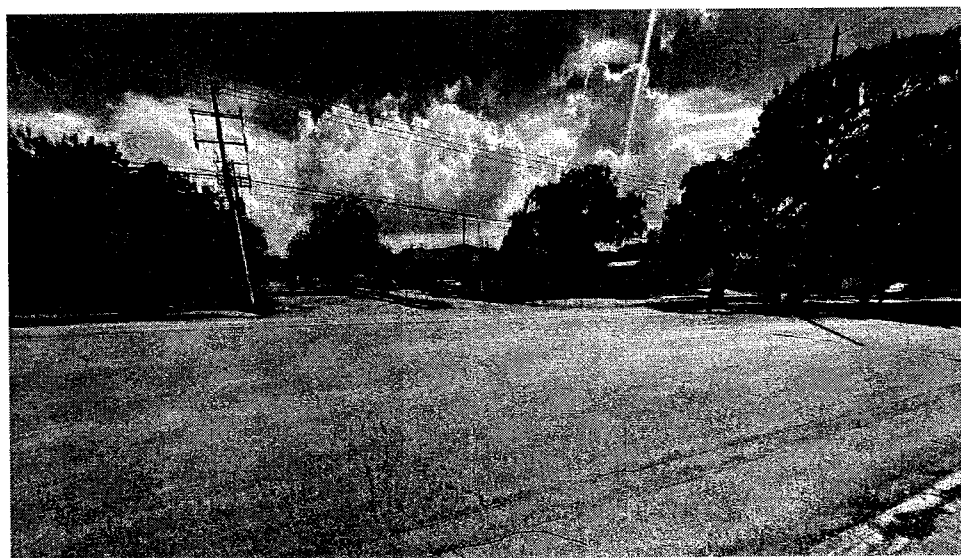


FIGURA 7 INSPECCIÓN DIURNA (CALZADA CEDRO – OESTE A ESTE) FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Inspección Nocturna

La inspección nocturna de la **Figura 8 y 9** permitió evaluar las condiciones de visibilidad y el comportamiento de los usuarios bajo niveles de iluminación reducida. La intersección presenta un nivel de iluminación aceptable en el punto central del cruce; sin embargo, se identificaron accesos con iluminación deficiente, particularmente en la Avenida Centenario y en la Calzada Cedro en sentido Oeste–Este, donde existen tramos completamente oscuros. Estas variaciones generan transiciones abruptas entre zonas iluminadas y segmentos sin iluminación, lo que dificulta la adaptación visual de los usuarios y limita la percepción anticipada de la intersección

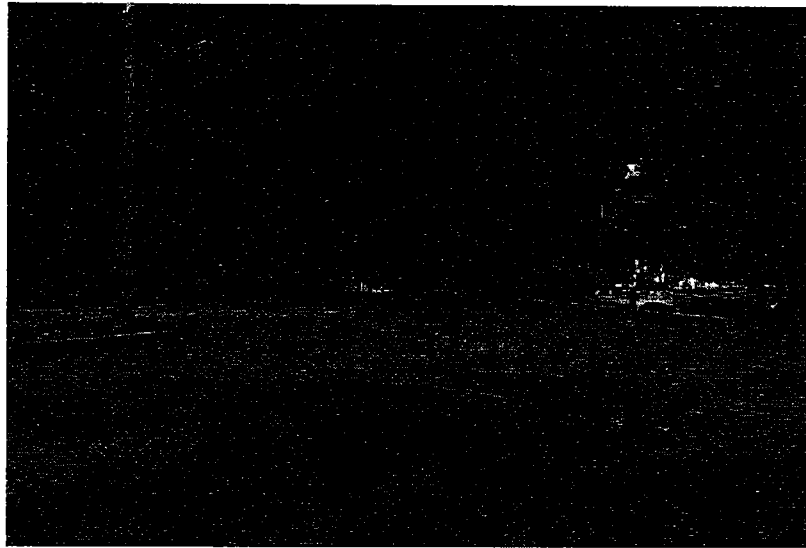


FIGURA 8 DEFICIENTE ILUMINACIÓN (ESQUINA AV, CENTENARIO – SUR A NORTE) - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

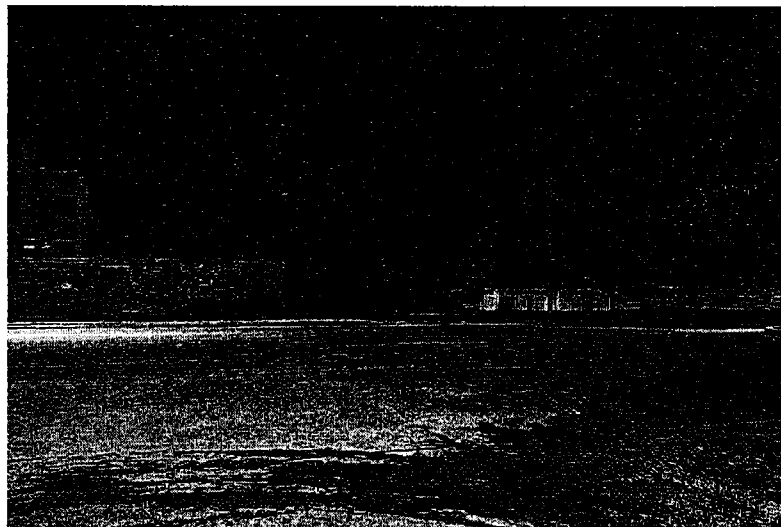


FIGURA 9 DEFICIENTE ILUMINACIÓN (CALZADA CEDRO – ESTE A OESTE) FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Las condiciones observadas durante los periodos diurno y nocturno evidencian un entorno vial con bajo nivel de protección para los usuarios vulnerables, caracterizado por la ausencia de cruces peatonales señalizados, infraestructura ciclista inexistente y una operación vehicular que no prioriza a los usuarios más expuestos

os resultados evidencian la ausencia de cruces peatonales señalizados, la falta de rampas accesibles y la discontinuidad de banquetas, lo que incrementa la exposición al riesgo de peatones y otros usuarios vulnerables en la intersección. De acuerdo con los criterios de prioridad y protección establecidos en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial y el Manual de Calles, estas condiciones no garantizan un entorno seguro para los usuarios vulnerables.

Puntos críticos identificados

El análisis integral de las condiciones físicas, operativas y de señalización de la intersección evaluada permitió identificar diversos puntos críticos que aumentan de manera significativa el riesgo de siniestros viales, particularmente para los usuarios vulnerables como peatones, ciclistas y motociclistas. Estas condiciones interactúan entre sí y generan un entorno donde la falta de control, la geometría amplia y la ausencia de elementos regulatorios fortalecen la exposición al riesgo.

En cuanto a la infraestructura física, uno de los factores más relevantes corresponde a la falta de accesibilidad universal en los camellones centrales de la Avenida Centenario. La ausencia de rampas impide que personas con movilidad reducida, adultos mayores o usuarios en silla de ruedas utilicen estos espacios como zonas de refugio intermedio, obligándolos a cruzar toda la sección vehicular de una sola vez y aumentando su vulnerabilidad ante el flujo circulante. A ello se suma la carencia de marcas de carril a lo largo de la avenida, lo que facilita desplazamientos imprecisos, invasiones repentinas de carril y maniobras improvisadas que incrementan la probabilidad de colisiones laterales. Asimismo, el tramo de Calzada Cedro en sentido Oeste–Este presenta iluminación nula, generando un corredor completamente oscuro que reduce notablemente la visibilidad de conductores y usuarios vulnerables al aproximarse a la intersección, especialmente durante horario nocturno.

Las deficiencias en la señalización también representan un punto crítico determinante. La intersección carece prácticamente de señalización horizontal, ya que no existen líneas de carril, pasos peatonales ni elementos destinados a regular la velocidad. La ausencia de estas marcas obliga a los usuarios a interpretar la prioridad de paso de manera intuitiva, lo que propicia decisiones inconsistentes y episodios de confusión. A ello se suma la falta de infraestructura segura para el cruce peatonal, ya que ninguno de los accesos cuenta con cebras o delimitaciones que orienten el tránsito de peatones o refuercen su derecho de paso. La señalización vertical es igualmente insuficiente: la única señal de alto instalada no resulta adecuada para organizar el flujo en un punto con volúmenes elevados y movimientos complejos, lo que contribuye a la falta de claridad respecto a la preferencia de circulación.

En el ámbito operativo se identificaron condiciones que generan riesgos significativos. La interacción entre los giros procedentes de la ruta B hacia la C, especialmente cuando coinciden con los movimientos rectos sobre la Avenida Centenario, constituye un punto de conflicto grave debido a la ausencia de ordenamiento y a la falta de prioridades definidas

entre trayectorias simultáneas. La operación se complica aún más por el escalonamiento de vehículos en la ruta B, donde los conductores se posicionan en capas para intentar realizar el giro izquierdo, bloqueando completamente la línea de visión hacia los vehículos que avanzan desde la ruta A. Esta situación ya ha derivado en un evento registrado de casi colisión, evidenciando un riesgo latente. Las velocidades elevadas observadas en varias trayectorias, favorecidas por la falta de dispositivos calmantes y de señalización efectiva, reducen los tiempos de reacción y aumentan la severidad potencial de cualquier incidente.

La movilidad ciclista también se ve severamente comprometida, ya que la ausencia total de infraestructura asignada obliga a los ciclistas a desplazarse entre vehículos que circulan a velocidades relativamente altas o, en su defecto, a invadir la banqueta, generando conflictos directos con los peatones. Esta situación pone de manifiesto la inexistencia de un espacio seguro para este modo de transporte y el riesgo constante al que se enfrenta este grupo de usuarios. De forma paralela, los peatones carecen de cruces protegidos y espacios de espera seguros, lo que los obliga a realizar cruces improvisados en un entorno donde coinciden maniobras bruscas, invasiones de carril y velocidades elevadas.

En conjunto, los puntos críticos identificados en la **Figura 10, 11, 12, 13, 14 y 15** muestran que la intersección presenta un nivel elevado de vulnerabilidad operacional, con riesgos que afectan tanto a usuarios motorizados como a los más expuestos. La falta de control, señalización y ordenamiento geométrico constituye un factor determinante que requiere atención prioritaria mediante intervenciones específicas de diseño, regulación y gestión del tránsito.

Estas condiciones evidencian una operación no controlada del cruce, caracterizada por trayectorias imprecisas y conflictos recurrentes entre movimientos convergentes

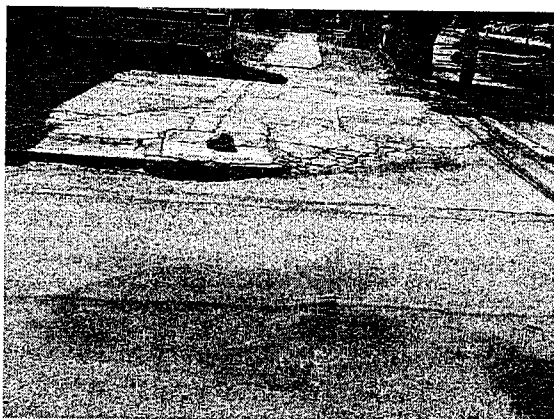


FIGURA 10 RADIO DE GIRO EN MAL ESTADO - FUENTE:

ELABORACIÓN PROPIA.



FIGURA 11 BANQUETA EN MAL ESTADO - FUENTE:

ELABORACIÓN PROPIA.

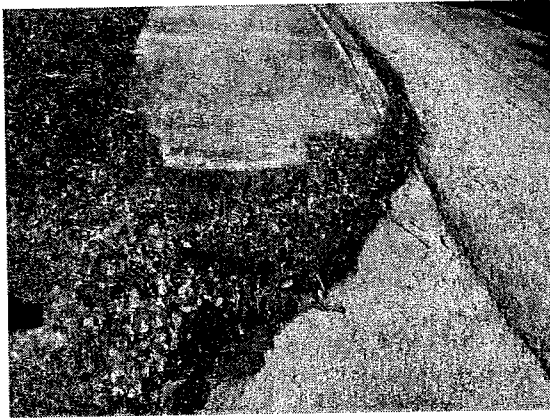


FIGURA 12 RAMPA EN MAL ESTADO - FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.

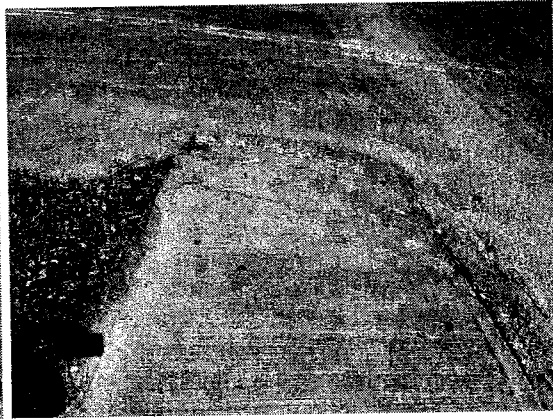


FIGURA 13 RAMPA INACCESIBLE - FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.

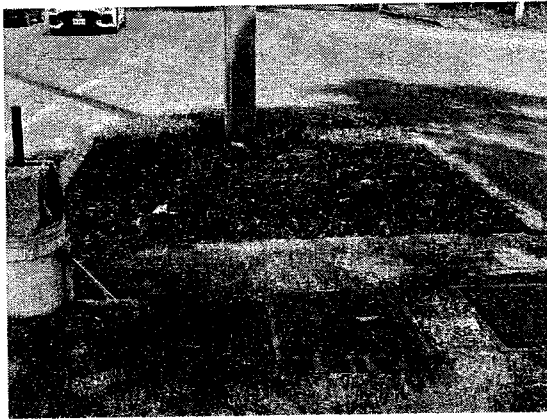


FIGURA 14 CAMELLONES EN MAL ESTADO - FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.

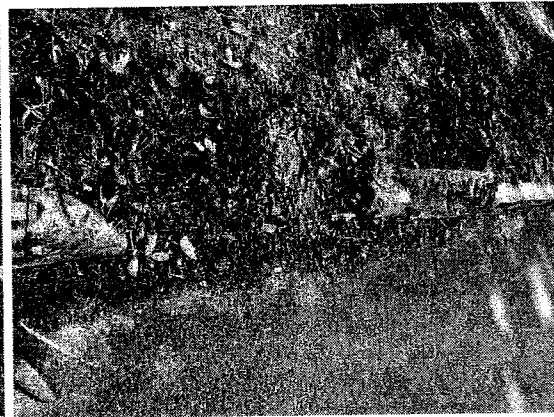


FIGURA 15 GUARNIDICIONES DE LOS CAMELLONES EN
MAL ESTADO - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Estas condiciones evidencian un nivel de señalización insuficiente para un cruce de estas características, lo que incrementa la incertidumbre operativa y el riesgo de conflicto entre usuarios

Discusiones.

Los resultados obtenidos en la auditoría técnica de seguridad vial de la intersección Av. Centenario–Calzada Cedro se discuten a continuación a la luz del marco teórico y normativo que fundamenta el estudio, permitiendo explicar las causas técnicas del riesgo identificado y responder de manera explícita a las preguntas de investigación planteadas.

En relación con la pregunta de investigación sobre la geometría vial, los resultados muestran la presencia de radios de giro amplios, banquetas con ancho insuficiente y limitaciones de visibilidad en zonas de cruce. Estas condiciones no cumplen con los criterios establecidos en el Manual de Calles: Diseño Vial para Ciudades Mexicanas ni con la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. Desde la teoría del diseño geométrico urbano, los radios de giro amplios favorecen mayores velocidades de giro vehicular, lo que reduce el tiempo de reacción del conductor y aumenta la severidad potencial de un atropellamiento. Este

hallazgo coincide con el enfoque del Sistema Seguro, el cual establece que la infraestructura debe diseñarse para reducir la probabilidad y gravedad de los errores humanos. Por lo tanto, la geometría vial de la intersección contribuye de manera directa al incremento del riesgo vial observado.

Respecto a la pregunta de investigación sobre la señalización vial, los resultados evidencian la ausencia de señalización preventiva y horizontal, así como el deterioro de la señalización vertical existente. Estas condiciones no cumplen con los criterios técnicos establecidos en el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito. Desde el punto de vista teórico, la señalización constituye un elemento fundamental para regular el comportamiento de los usuarios y reducir la incertidumbre en la toma de decisiones. Su ausencia o deficiente estado físico genera maniobras imprevistas, conflictos de prioridad y aumento del riesgo de siniestros, lo que explica los conflictos operativos identificados en la intersección.

En cuanto a la pregunta de investigación relacionada con la operación del tránsito, los volúmenes vehiculares registrados y la interacción de maniobras sin control adecuado indican una operación del tránsito con potencial de conflicto. De acuerdo con la teoría del flujo vehicular, la convergencia de flujos en intersecciones sin canalización ni control efectivo incrementa la probabilidad de maniobras riesgosas, especialmente cuando se combina con deficiencias geométricas y de señalización. Esta condición se ve reforzada por la falta de dispositivos de control y advertencia, lo que agrava el nivel de riesgo operativo en la intersección evaluada.

Finalmente, en relación con la pregunta de investigación sobre la seguridad de los usuarios vulnerables, los resultados muestran ausencia de cruces peatonales señalizados, banquetas discontinuas y falta de elementos

Propuesta de mejora para la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro

Enfoque general de la propuesta

La evaluación integral de la intersección conformada por la Avenida Centenario y la Calzada Cedro permitió identificar deficiencias relevantes en materia de señalización, operación del tránsito, accesibilidad universal e iluminación, las cuales inciden directamente en la seguridad vial y en la calidad de la movilidad urbana. A partir de la observación directa en campo, el análisis de conflictos viales y la revisión de la normativa vigente, se determinó que las condiciones actuales generan incertidumbre operativa, incrementan los puntos de conflicto y reducen la legibilidad del entorno vial.

Con base en estos hallazgos, se plantean propuestas de mejora orientadas a incrementar la seguridad de todos los usuarios, optimizar la operación del tránsito y garantizar condiciones adecuadas de accesibilidad, en concordancia con los principios establecidos en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial y los lineamientos técnicos aplicables.

Propuesta de mejora en la señalización vertical

En relación con la señalización vertical, se identificó que la intersección carece de elementos suficientes para advertir a los usuarios sobre riesgos, prioridades de paso y condiciones operativas del cruce. La limitada presencia de señales preventivas y la ausencia de indicaciones claras de prioridad favorecen maniobras inesperadas por parte de los conductores, incrementando la probabilidad de conflictos entre flujos vehiculares convergentes.

Para subsanar esta deficiencia, se propone la instalación de señalización preventiva como "Cruce de peatones", "Intersección próxima" y "Reducción de velocidad", así como señalización restrictiva que establezca límites de velocidad acordes con el entorno urbano, no mayores a 40 km/h. De manera específica, se recomienda la colocación de una señal restrictiva de "ALTO" en la aproximación Calzada Cedro Oeste → Este, con el objetivo de reforzar la jerarquía vial y mejorar la seguridad operacional del cruce.

Estas acciones se fundamentan en el Manual de Señalización Vial SICT–SEDATU (2023), el cual establece que las intersecciones deben contar con señalización vertical suficiente para garantizar una operación clara y segura, ya que su ausencia incrementa la probabilidad de conflictos en movimientos simultáneos.

Propuesta de mejora en la señalización horizontal

La inspección realizada permitió identificar un desgaste considerable y pérdida de reflectividad en la señalización horizontal existente, así como la ausencia de elementos que delimiten adecuadamente carriles, trayectorias y cruces peatonales. Esta condición propicia maniobras improvisadas y reduce la seguridad de todos los usuarios, particularmente en periodos nocturnos.

En este sentido, se propone la rehabilitación integral de la señalización horizontal mediante el uso de pintura termoplástica reflectante, incorporando líneas de carril, flechas direccionales acordes con las maniobras permitidas y pasos peatonales tipo trapezoidal en los cuatro accesos de la intersección. Esta propuesta tiene como finalidad mejorar la legibilidad del espacio vial y ordenar la operación de los distintos flujos.

La propuesta se sustenta en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, la cual establece que la señalización horizontal debe garantizar una alta visibilidad diurna y nocturna, y que su deterioro o ausencia compromete significativamente la seguridad vial.

Propuesta de mejora de la infraestructura peatonal y accesibilidad universal

Respecto a la infraestructura peatonal, se identificaron condiciones heterogéneas entre las distintas aproximaciones, destacando la ausencia de banquetas en el tramo Calzada Cedro (Este a Oeste), situación que obliga a los peatones a desplazarse sobre la calzada en un entorno con presencia constante de tránsito vehicular.

Para atender esta problemática, se propone la construcción de una banqueta continua con un ancho mínimo de 1.50 m, superficie firme y antideslizante, así como pendientes que cumplan con los criterios normativos, garantizando un desplazamiento seguro y accesible. De manera complementaria, se plantea la instalación de rampas universales en los cuatro

vértices de la intersección, con un ancho mínimo de 1.20 m, pendiente máxima de 8.33 % y superficies adecuadas para personas con movilidad reducida.

Estas propuestas se fundamentan en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (2022), que reconoce la accesibilidad universal como un principio obligatorio, así como en el Manual de Calles para Ciudades Mexicanas (SEDATU, 2019), que establece criterios específicos para el diseño de banquetas y rampas accesibles.

Propuesta de mejora en iluminación vial

Durante la inspección nocturna se identificaron zonas con visibilidad reducida, especialmente en la aproximación Calzada Cedro (Oeste a Este), lo que incrementa el riesgo de incidentes al limitar la percepción de peatones, ciclistas y conductores.

En respuesta a esta condición, se propone la instalación de luminarias adicionales que permitan alcanzar una iluminación uniforme en toda la intersección y sus accesos inmediatos, reduciendo las transiciones abruptas entre zonas iluminadas y oscuras. Esta medida se alinea con lo establecido en el Manual de Calles SEDATU (2019), el cual indica que las intersecciones deben contar con niveles de iluminación adecuados para garantizar la seguridad durante maniobras y cruces nocturnos.

Propuesta de mejora en la gestión del tránsito

En materia de gestión del tránsito, se observaron velocidades superiores a las adecuadas para el entorno urbano, así como invasiones de carril y maniobras bruscas, particularmente en movimientos de giro. Ante esta situación, se propone el establecimiento de límites de velocidad entre 30 y 40 km/h, acompañados de la delimitación precisa de carriles mediante señalización horizontal.

De manera complementaria, se sugiere evaluar la implementación de medidas moderadas de calmado de tránsito en las aproximaciones más conflictivas, así como revisar la operación del retorno en la Avenida Centenario para asegurar que las maniobras realizadas sean compatibles con la geometría del cruce. Estas acciones se fundamentan en las recomendaciones del Manual de Calles SEDATU (2019) y en los criterios del Manual SICT-SEDATU para la adecuación de velocidades en entornos urbanos con presencia peatonal

Propuesta de adecuación de camellones como refugios peatonales

Se identificó que los camellones existentes presentan guarniciones elevadas sin accesos accesibles, lo que impide su uso como refugios peatonales, especialmente para personas usuarias de silla de ruedas. En este sentido, se propone la generación de cortes accesibles a nivel de calzada, alineados con los pasos peatonales proyectados, utilizando superficies firmes y antideslizantes, y evitando pendientes pronunciadas que comprometan la seguridad.

Esta propuesta de la **FIGURA 16** se sustenta en el Manual de Calles para Ciudades Mexicanas (SEDATU, 2019), que contempla la implementación de refugios peatonales accesibles, así como en la LGMSV, que establece la obligación de garantizar un desplazamiento continuo, seguro y equitativo para todas las personas.

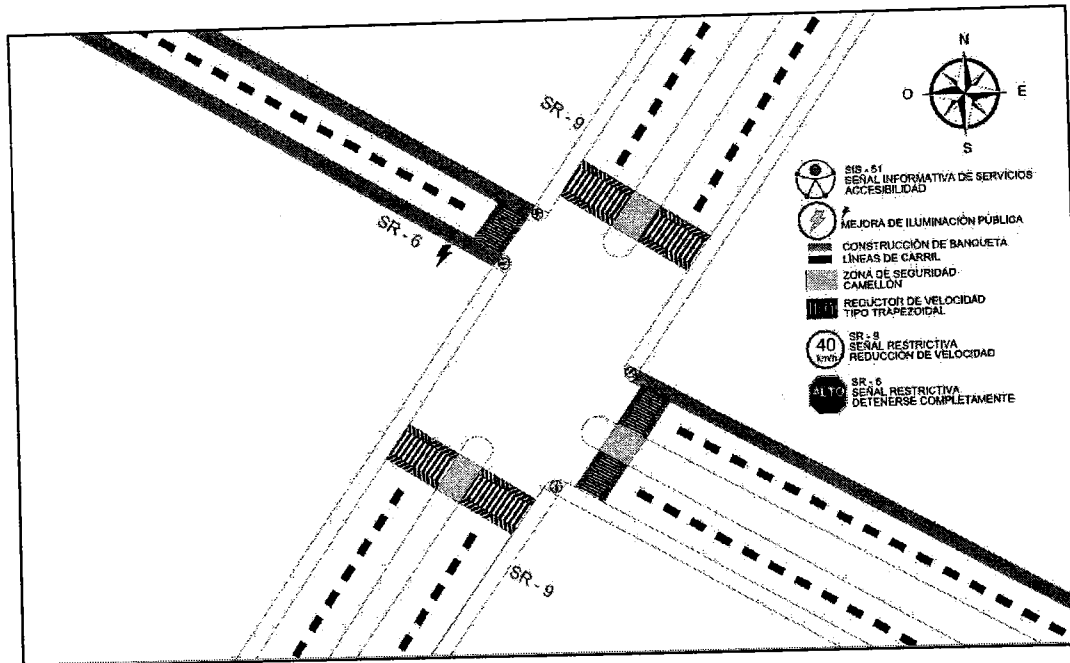


FIGURA 16 ESQUEMA CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA INTERSECCIÓN Av. CENTENARIO CON CALZADA CEDRO - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Conclusiones

Conclusión 1. Geometría vial

La evaluación de la geometría vial de la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro, realizada conforme a los criterios establecidos en el Manual de Calles: Diseño Vial para Ciudades Mexicanas y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, confirma que **no cumple** con los parámetros normativos de seguridad vial. Se identificaron radios de giro amplios, banquetas con ancho insuficiente y limitaciones de visibilidad en zonas de cruce, condiciones que incrementan el riesgo de siniestros, particularmente para los usuarios vulnerables.

Conclusión 2. Señalización vial

La evaluación de la señalización vial de la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro, conforme al Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito, determina que **no cumple** con los criterios técnicos vigentes. La ausencia de señalización preventiva y horizontal, así como el deterioro de la señalización vertical existente, limita la correcta regulación del tránsito y la probabilidad de conflictos viales.

Conclusión 3. Operación de tránsito

El análisis de la operación del tránsito, basado en los volúmenes vehiculares y las maniobras observadas, evidencia que la intersección presenta una operación con potencial de conflicto, la cual no cumple con condiciones adecuadas de funcionamiento seguro. La convergencia de flujos sin control ni canalización

efectiva, en combinación con deficiencias geométricas y de señalización, incrementa el riesgo de incidentes viales

Conclusión 4. Seguridad de los usuarios vulnerables

La evaluación de las condiciones de seguridad para los usuarios vulnerables, conforme a los principios establecidos en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, permite concluir que la intersección no cumple con los criterios de accesibilidad y protección prioritaria. La ausencia de cruces peatonales seguros, banquetas continuas y elementos de accesibilidad expone a peatones y otros usuarios vulnerables a un nivel elevado de riesgo.

Conclusión 5. Conclusión general

En conjunto, la auditoría técnica de seguridad vial realizada permite concluir que la intersección Av. Centenario con Calzada Cedro no cumple con los criterios normativos y técnicos de seguridad vial vigentes, ya que presenta deficiencias en su geometría, señalización, operación del tránsito y condiciones de seguridad para los usuarios vulnerables. Estas deficiencias interactúan entre sí, generando un entorno vial con alto potencial de riesgo, lo que evidencia la necesidad de implementar intervenciones correctivas orientadas a mejorar la seguridad vial y reducir la probabilidad de siniestros.



Fuentes Bibliográficas

Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). *Seguridad vial en América Latina y el Caribe tras un decenio de acción y perspectivas para una movilidad más segura*.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Seguridad-vial-en-América-Latina-y-el-Caribe-tras-un-decenio-de-accion-y-perspectivas-para-una-movilidad-mas-segura.pdf>

Basu, S., Gupta, N., & Bansal, D. (2022). *Influence of intersection density on risk perception in driving simulator*. *Sustainability*, 14(13), 7750.
<https://doi.org/10.3390/su14137750>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021). *La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe: Situación actual y desafíos*. Naciones Unidas.
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/77f6252b-5950-49a9-9d6a-43aa8c65d7e4/content>

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2022). *Ley General de Movilidad y Seguridad Vial*. *Diario Oficial de la Federación*.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMSV.pdf>

European Transport Safety Council. (2019). *Reducing speeding in Europe (PIN Flash Report No. 36)*.
<https://etsc.eu/wp-content/uploads/PIN-Flash-36-Reducing-speeding-in-Europe-Final.pdf>

European Transport Safety Council. (2020). *Reducing speeding in Europe*.
<https://etsc.eu/reducing-speeding-in-europe/>

Goyes-Balladares, A. C., & Moya-Jiménez, R. C. (2022). *Aprovechamiento y presentación de potencialidades sostenibles en el modelo de movilidad urbana del centro de la ciudad de Ambato*. *Revista Hábitat Sustentable*, 12(2), 66–75.
https://www.scielo.cl/pdf/hs/v12n2/en_0719-0700-hs-12-02-66.pdf

International Transport Forum, & Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Benchmarking road safety performance in Latin America*. OECD Publishing.
<https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/benchmarking-seguridad-vial-america-latina.pdf>

Juozevičiūtė, D., Vaitkus, A., & Ratkevičiūtė, K. (2022). *Evaluation of exclusive pedestrian phase safety at one-level signalized intersections*. *Sustainability*, 14(13), 7894.
<https://doi.org/10.3390/su14137894>

Obregón-Biosca, S. A., & Betanzo-Quezada, E. (2015). *Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro*. *Economía, Sociedad y Territorio*, 15(47), 61–98. <https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/554/1052>

Organización Iberoamericana de Seguridad Vial. (2023). *Décimo informe iberoamericano de seguridad vial*.
https://oisevi.org/sites/default/files/pdf/01_OISEVI_X_INFORME_IBEROAMERICANO_SEGURIDAD_VIAL.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2021–2030. Organización de las Naciones Unidas*.
<https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/global-plan-for-road-safety.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2023). *Global status report on road safety 2023*.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240086517>

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2019). *Manual de calles: Diseño vial para ciudades mexicanas*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/509173/Manual_de_calles_2019.pdf

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2022). *Informe sobre la situación de la seguridad vial en México 2022*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/930792/Informe_SV_2022.pdf

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2024). *Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/sedatu/Manual_de_sealizacin_2023_VF.pdf

Tumminello, M. L., Panepinto, D., & Genon, G. (2023). *Evaluating traffic-calming-based urban road design strategies to create sustainable and safe cities*. *Energies*, 16(21), 7325.
<https://doi.org/10.3390/en16217325>

United Nations Human Settlements Programme. (2013). *Planning and design for sustainable urban mobility: Global report on human settlements 2013*. Routledge.
<https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Planning%20and%20Design%20for%20Sustainable%20Urban%20Mobility.pdf>



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL



Auditoría de movilidad y seguridad vial en la intersección
de Av. Álvaro Obregón y Av. Revolución, Chetumal, Q. Roo

Alumno:

Carlos Ivan Ku Gomez

Numero de control: 21390439

Asesor interno:

M. E. S. P. Ing. Roberto Mena Rivero.

Asesor Externo:

Ing. Jesús Manuel Pech Espinosa.

Fecha: 17/12/2025

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por brindarme la salud y el entendimiento necesarios para culminar este proyecto de residencia profesional. Su guía y apoyo constante han sido fundamentales para enfrentar los retos y desafíos que surgieron a lo largo de este proceso, permitiéndome alcanzar mis metas con éxito. Agradezco profundamente su sabiduría y bendiciones, que me han acompañado en cada paso de este camino.

A mis padres, quienes han sido mi apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera. Su amor, sacrificio y aliento constante han sido la mayor motivación para seguir adelante y superar cada obstáculo que se presentó en el camino. Sin ellos, este logro no habría sido posible.

A mi asesor, cuya orientación y dedicación fueron clave para la culminación exitosa de este trabajo. Gracias por compartir su valioso conocimiento, por su paciencia y por la disposición constante para guiarnos. Su apoyo y sus consejos me han ayudado no solo a desarrollar este trabajo, sino también a crecer como profesional y persona.

A mis compañeros de residencia, con quienes compartí muchas experiencias y aprendizajes. Gracias por la amistad, por el compañerismo y por estar siempre allí, apoyándonos mutuamente en cada etapa del proceso. Juntos logramos superar desafíos y celebramos logros, y siempre recordaré esos momentos con mucho cariño.

Finalmente, agradezco a mi institución, ITCH Chetumal, por brindarme la oportunidad de formarme en un ambiente lleno de enseñanzas, retos y experiencias que jamás olvidaré. Gracias por haberme permitido desarrollarme no solo como profesional, sino también como ser humano, inculcándome valores que me acompañarán a lo largo de mi vida.

Gracias a todos, por ser parte de este recorrido y por ayudarme a ser quien soy hoy. Este logro es tanto mío como de todos ustedes.

RESUMEN

El presente informe detalla los resultados de una auditoría de movilidad y seguridad vial realizada en la intersección Av. Álvaro Obregón–Av. Revolución, en Chetumal, Quintana Roo. El objetivo fue evaluar la infraestructura vial, la señalización y la accesibilidad peatonal para identificar condiciones de riesgo para los distintos usuarios. La metodología incluyó inspecciones y mediciones en sitio, registro fotográfico, aforos vehiculares y peatonales, y análisis de siniestralidad con registros históricos. Se identificaron discontinuidades en banquetas, rampas inexistentes o no accesibles, obstáculos en la franja peatonal, deficiencias de alumbrado y desgaste de señalización horizontal y vertical. Con base en los hallazgos, se plantea un rediseño con rehabilitación y reubicación de señalización, cruces peatonales accesibles, pavimento táctil, bolardos y ajustes geométricos, conforme a la NOM-004-SEDATU-2023, la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización.

ÍNDICE

Agradecimientos	2
Resumen	3
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Variables e indicadores analizados	6
1.2 Contexto general del problema de seguridad vial	9
1.3 Relevancia de la intersección seleccionada	10
1.4 Breve descripción del contenido del informe	10
2. ANTECEDENTES O MARCO TEÓRICO	12
2.1 Seguridad y auditoría viales	12
2.2 Normativa aplicable (NOMs, Manual de señalización)	13
2.3 Conceptos clave: siniestralidad, movilidad urbana, microsimulación	14
3. JUSTIFICACION	15
3.1 ¿Por qué se eligió esta intersección?	15
3.2 Contribución esperada del estudio	16
3.3 Impacto para el municipio y para la formación profesional	16
4. Objetivos	18
4.1 Objetivo general	18
4.2 Objetivos específicos	19
5. Metodología	20
5.1 Tipo de estudio (cuantitativo-aplicado, diagnóstico técnico)	20
5.2 Herramientas utilizadas:	21
5.3 Fases de trabajo	22
5.4 Criterios normativos y técnicos aplicados	23
6. Resultados	25
6.1 Siniestros Viales	25
6.2 Condiciones físicas observadas en campo	32
6.2.1 SEÑALIZACION VERTICAL	33
6.2.2 SEÑALIZACION HORIZONTAL	41
6.2.3 SEGURIDAD VIAL	43
6.2.4 ALUMBRADO PUBLICO	50
6.3 Aforos	55
6.3.1 Aforos peatonales y vehiculares	55
6.3.2 Aforo peatonal	65
6.4 Propuesta de rediseño optimizado	66

6.4.1 Generalidades	66
6.5 Tramo 1: Av. Álvaro Obregón Oriente	73
6.5.1 Banquetas y accesibilidad peatonal	73
6.5.2 Cruces peatonales	75
6.5.3 Señalización horizontal en la vía	84
6.5.4 Señalización vertical	88
6.6 Tramo 2: Av. Álvaro Obregón Poniente	92
6.6.1 Banquetas y accesibilidad peatonal	92
6.6.2 Cruces peatonales	93
6.6.3 Señalización horizontal vial	100
6.6.4 Señalización vertical	102
6.7 Tramo 3 Av. Revolución Norte	105
6.7.1 Banquetas y accesibilidad peatonal	105
6.7.2 Cruces Peatonales	106
6.7.3 Señalización Horizontal de vía.	112
6.7.4 Señalización Vertical	114
6.8 Tramo 4: Av. Revolución Sur	116
6.8.1 Banquetas y accesibilidad peatonal	116
6.8.2 Cruces peatonales	117
6.8.3 Señalización horizontal vial	121
6.8.4 Señalización vertical	122
6.9 Glorieta	124
6.10 Alumbrado público y control de vegetación	125
7. DISCUSIÓN	126
7.1 Interpretación técnica de los resultados	126
7.2 Comparación entre estado actual y rediseño propuesto	128
7.3 Limitaciones del estudio	130
8. CONCLUSIONES	131
8.1 Logros técnicos y académicos del proyecto	131
8.2 Valor agregado de mi participación como investigador	132
8.3 Relevancia de las propuestas para la ciudad	133
9. FUENTES DE INFORMACIÓN	134

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Variables e indicadores analizados

Para orientar el diagnóstico técnico y mantener consistencia en la evaluación, se definieron variables e indicadores agrupados en cinco dimensiones: (i) infraestructura peatonal y accesibilidad, (ii) señalización y dispositivos de control, (iii) visibilidad y alumbrado público, (iv) operación del tránsito (demanda) y (v) siniestralidad. En este estudio, se entiende por variable la dimensión evaluada (p. ej., “señalización”), y por indicador la evidencia observable o medible asociada (p. ej., “presencia y condición de marcas viales”, “continuidad de banqueteta”). La información se obtuvo mediante inspección en campo, registro fotográfico, medición manual, aforos vehiculares y peatonales, y revisión de registros de siniestros; posteriormente, los hallazgos se contrastaron con criterios normativos aplicables, principalmente la NOM-004-SEDATU-2023, la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras

Las variables e indicadores evaluados, así como el método de obtención y el criterio de contraste, se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1 Variables e indicadores evaluados en la auditoría *Elaboración propia (2025)*

Variable / dimensión	Indicadores principales	Método de obtención	Criterio normativo / técnico de contraste
Infraestructura peatonal y accesibilidad	Continuidad y estado de banquetas; presencia de obstáculos; rampas y transiciones; zonas de espera; conectividad entre esquinas	Inspección en campo, registro fotográfico y medición manual	NOM-004-SEDATU-2023 (accesibilidad y continuidad peatonal): contraste de franjas funcionales (franja de circulación libre) y ancho mínimo de franja peatonal (p. ej., ≥ 1.80 m cuando hay restricción de sección); verificación de continuidad del itinerario accesible (sin interrupciones/obstáculos en la franja de circulación); presencia y correcta ubicación de rampas accesibles y transiciones; condición de superficie (seguridad/regularidad) y eliminación de invasiones (vegetación/mobiliario) sobre la trayectoria peatonal.

Señalización y dispositivos de control	Señalamiento vertical (presencia/ubicación/condición); señalamiento horizontal (líneas de alto/detención, cruce peatonal, canalizaciones); funcionamiento de dispositivos de control	Inspección en campo y evidencia fotográfica	NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 + Manual de Dispositivos: contraste de existencia, ubicación y coherencia de marcas y señales con su función. Para cruce peatonal: marca M-7 (uso y dimensiones mínimas según tipo de vía; p. ej., longitud mínima 6.00 m en vías primarias cuando aplique), y raya de alto M-6 colocada a una distancia normativa previa al cruce (rango permitido). Para canalizaciones/guías: aplicación de marcas de delimitación (M-1, M-2, M-3), guías de trayectoria (M-4) y flechas direccionales (M-11) cuando corresponda. En vertical: presencia de señales preventivas/restrictivas/informativas necesarias (códigos aplicables), visibilidad, orientación y oportunidad de lectura.
Visibilidad y entorno inmediato	Obstáculos visuales (mobiliario, vegetación, estacionamiento, comercio); visibilidad en aproximaciones; legibilidad de señales	Inspección en campo y registro fotográfico	Criterio técnico de seguridad vial: contraste de líneas de visión en aproximaciones (elementos que bloquean visibilidad en esquinas, islas, cruces); verificación de legibilidad de señales (no obstruidas por vegetación/mobiliario, altura/ubicación funcional); control de obstrucciones en área de cruce y aproximación (comercio informal, vehículos estacionados, anuncios). Apoyo NOM-034/Manual: señales y marcas deben ser visibles, legibles y congruentes con el punto de decisión, sin interferencias físicas.
Alumbrado público	Funcionamiento de luminarias; cobertura en el entorno del cruce; iluminación nocturna percibida	Inspección en campo y registro fotográfico	Criterio técnico de seguridad vial: contraste de operatividad (luminarias encendidas/no encendidas), cobertura en zona de cruce y aproximaciones, y presencia de zonas oscuras que reduzcan detección de peatones/señalización. La evaluación se basa en condición observable y su efecto sobre

			visibilidad del cruce, señalamiento y entorno inmediato.
Operación del tránsito vehicular (demanda)	Volúmenes; movimientos predominantes; posibles puntos de conflicto observados	Aforo manual vehicular 08:00-09:00 h + observación estructurada	Criterio técnico-operacional: contraste de volúmenes y giros predominantes para identificar exposición al conflicto (trayectorias que se cruzan, cambios de carril, aproximaciones a glorieta). Lectura de operación; identificación de movimientos dominantes, colas/congestión observada y necesidades de canalización/señalización. (Si aplica) contraste con jerarquía/función de la vía y coherencia geométrica del tramo.
Operación peatonal (demanda)	Presencia/ausencia de peatones; cruces efectivos; necesidad de infraestructura aun con baja demanda observada	Aforo manual peatonal 09:30-10:30 h (0 peatones registrados)	Enfoque de accesibilidad y seguridad vial (NOM-004 + NOM-034/Manual): la ausencia de peatones en una hora de aforo no elimina la obligación de proveer cruces seguros y continuidad peatonal cuando existe conectividad urbana y posibilidad de cruce. Contraste de necesidad de demarcación y cruces accesibles (rampas, M-7/M-6, elementos de protección) para reducir riesgo potencial y formalizar el cruce.
Siniestralidad	Frecuencia y localización de siniestros; tipo de usuario involucrado; concentración espacial (mapa de colisiones)	Revisión de registros disponibles + análisis estadístico básico	Criterio técnico de seguridad vial: contraste entre patrones de siniestros (concentración, tipo de hecho, usuario afectado) y condiciones físicas/operativas observadas (señalización, cruces, visibilidad, operación). Identificación de puntos críticos y factores asociados para justificar prioridades de intervención.

Con estas variables se integró un diagnóstico objetivo y se jerarquizaron los hallazgos en función de la exposición al riesgo y la protección de los usuarios vulnerables, de modo que las propuestas de mejora se sustenten en evidencia medible y criterios técnicos vigentes. Asimismo, la evaluación se

realizó por aproximación y por tipo de usuario (peatón, ciclista, motociclista y vehículo motorizado), y se presenta en los apartados de Resultados y Discusión.

1.2 Contexto general del problema de seguridad vial

La seguridad vial representa una problemática global que afecta a millones de personas cada año. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), en 2021 se estimaron 1.19 millones de muertes a nivel mundial por siniestros viales. Además, el informe señala que la carga de lesiones y traumatismos asociados al tránsito es relevante para la salud pública, aunque la estimación global de casos no fatales es limitada por diferencias en definiciones y subregistro en varios países. Los usuarios vulnerables continúan siendo un grupo especialmente expuesto, ya que los peatones representan 21% de las muertes y los ciclistas 5% del total reportado (OMS, 2023).

En México, la situación es igualmente alarmante. Los atropellamientos representan más del 40% de las muertes por accidentes de tránsito, y en áreas urbanas esta cifra puede llegar hasta el 60%, lo que subraya la importancia de intervenir en puntos críticos de la infraestructura vial, como las intersecciones urbanas. El diseño vial centrado principalmente en vehículos motorizados y la falta de visibilidad en muchas intersecciones agravan la situación (Rodríguez, 2014). Además, la creciente urbanización y las modificaciones informales en el entorno urbano, como el crecimiento de la vegetación o la colocación de mobiliario urbano sin consideración, alteran las condiciones de seguridad originalmente previstas, poniendo en peligro la seguridad de los usuarios más vulnerables.

En Chetumal, la intersección de la Avenida Álvaro Obregón con la Avenida Revolución es un claro ejemplo de estos problemas. Con un alto volumen de tráfico mixto (peatones, ciclistas, vehículos particulares y transporte público), esta intersección se convierte en un punto crítico donde las condiciones de visibilidad y seguridad no siempre están garantizadas. Factores como la presencia de obstáculos urbanos (poste de luz, paradas de autobús mal ubicadas) y la deficiencia en la señalización contribuyen a los riesgos viales. La necesidad de una evaluación técnica y la implementación de medidas correctivas en esta intersección se hace cada vez más urgente.

1.3 Relevancia de la intersección seleccionada

La intersección entre la Avenida Álvaro Obregón y la Avenida Revolución en Chetumal, Quintana Roo, se identifica como un punto crítico de movilidad urbana debido al alto volumen de tránsito mixto que concentra: peatones, ciclistas, vehículos particulares y transporte público. Su ubicación estratégica, conectando zonas escolares, comerciales y de servicios, la convierte en una intersección con elevada exposición al riesgo vial, especialmente en horas pico.

Intersecciones como la de Álvaro Obregón y Revolución requieren una evaluación detallada de sus condiciones físicas, visibilidad, señalización y operación vial. Las auditorías de seguridad vial permiten identificar elementos de riesgo —como radios de giro excesivos, pasos peatonales mal alineados, falta de control de velocidad o ausencia de infraestructura segregada que pueden incrementar el potencial de conflicto entre usuarios.

Ejemplos evaluados en la Ciudad de México muestran que intervenciones a nivel de calle, como cruces peatonales visibles, ampliación de banquetas, islas de refugio, reducción de carriles, señales peatonales y ajustes en los tiempos semafóricos, pueden tener un impacto directo en la seguridad peatonal, registrándose una reducción del 21% en choques con peatones tras su implementación (Cárdenas-Cárdenas et al., 2023).

Dado que en Chetumal aún no se ha implementado de forma sistemática una estrategia basada en auditorías de movilidad con enfoque preventivo, esta intersección representa una oportunidad idónea para aplicar herramientas como la observación técnica, la simulación digital y los análisis normativos. Su intervención permitiría establecer un modelo replicable de mejora en seguridad vial urbana, basado en evidencia técnica y participación comunitaria.

En síntesis, la relevancia de esta intersección no solo radica en su problemática actual, sino en su potencial para transformarse en un caso demostrativo del enfoque de movilidad segura, adaptable a ciudades intermedias como Chetumal.

1.4 Breve descripción del contenido del informe

El presente informe documenta el proceso y resultados de una auditoría de movilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Álvaro Obregón y Revolución, en la ciudad

de Chetumal, Quintana Roo. El contenido está organizado en capítulos que responden a una estructura técnico-académica, inspirada en experiencias previas de auditoría vial y análisis urbano en América Latina (LANAMME, 2003; Morelli, 2015; Serrano, 2014).

En el capítulo introductorio se presenta el contexto general del problema de seguridad vial en zonas urbanas y se justifica la selección del cruce intervenido como objeto de estudio. Se define el problema de investigación, sus objetivos y variables, adoptando un enfoque cuantitativo de diagnóstico técnico-descriptivo.

El marco teórico consolida los fundamentos conceptuales y normativos que orientan el análisis, abordando la movilidad urbana como fenómeno estructural en las ciudades, así como la importancia de las auditorías técnicas como herramienta preventiva (Serrano, 2014). Se incorporan conceptos como siniestralidad, diseño vial, accesibilidad, visibilidad y micro simulación, con sustento en experiencias latinoamericanas como las aplicadas en la ciudad de Concepción, Argentina, para evaluar los efectos de grandes obras viales sobre la morfología urbana (Morelli, 2015).

La metodología detalla el uso de herramientas de como: levantamientos visuales, aforos vehiculares y peatonales, así como el modelado digital para simulación de rediseños en AutoCAD. Esta fase se apoya en guías técnicas como las propuestas por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de Costa Rica (LANAMME, 2003), las cuales recomiendan una inspección integral del entorno físico, visual y operacional del cruce.

Los resultados se presentan con base en el trabajo de campo y análisis técnico: condiciones de infraestructura, visibilidad, volumen vehicular, señalización y elementos de riesgo. Se identifican conflictos viales específicos y se formula una propuesta de intervención basada en rediseño geométrico con soporte de simulación.

Los capítulos de discusión y conclusiones integran los hallazgos con los principios del diseño vial seguro, reflexionando sobre el valor del diagnóstico para la gestión urbana en ciudades intermedias como Chetumal. Además, se reconoce el impacto académico y profesional del proyecto para el fortalecimiento de competencias del estudiante.

2. ANTECEDENTES O MARCO TEÓRICO

2.1 Seguridad y auditoría viales

La seguridad vial es un pilar esencial del desarrollo urbano sostenible y una prioridad de salud pública. La siniestralidad vial representa una tragedia global silenciosa: más de 1.3 millones de muertes anuales, acompañadas por millones de personas lesionadas, principalmente en países en vías de desarrollo y en zonas urbanas de alta densidad (Turner et al., 2010). A este escenario se suman las implicaciones económicas, que en muchos países equivalen a pérdidas del 2% al 4% del PIB, comparable con una crisis financiera prolongada.

En este contexto, la auditoría de seguridad vial se presenta como una herramienta eficaz para evaluar y mejorar las condiciones de infraestructura vial. Aunque no se menciona explícitamente en todos los marcos teóricos, las auditorías viales están orientadas a realizar una revisión sistemática de las condiciones operativas de las intersecciones y vías, a través del análisis de la infraestructura existente, la visibilidad y la señalización, entre otros factores. Estas auditorías permiten identificar condiciones inseguras y proponer medidas correctivas para reducir el riesgo de accidentes, especialmente en entornos urbanos complejos.

Por ejemplo, en talleres internacionales sobre seguridad vial se discutieron ampliamente métodos de diseño que mejoran la seguridad en intersecciones. Se destacó cómo una intervención técnica puede reducir la severidad de los accidentes mediante el rediseño geométrico de intersecciones, la implementación de mejor señalización y el control de la velocidad, utilizando tecnologías que minimicen los efectos de los impactos (Grzebieta et al., 2013).

La auditoría de seguridad vial permite identificar de manera detallada los factores de riesgo en la infraestructura vial, analizar las condiciones de visibilidad, y evaluar la interacción entre los usuarios vulnerables (peatones, ciclistas) y los vehículos motorizados. Esto, a su vez, contribuye a mejorar la seguridad vial, reduciendo el riesgo de colisiones y optimizando el diseño de la infraestructura urbana.

2.2 Normativa aplicable (NOMs, Manual de señalización)

La normativa técnica en materia de movilidad y seguridad vial en México ha evolucionado para consolidar un sistema coherente, estandarizado y funcional que garantice el tránsito seguro en vías urbanas e interurbanas. En este contexto, destacan dos instrumentos normativos fundamentales: la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, publicado el 19 de julio de 2024 en el Diario Oficial de la Federación.

La NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 establece los requisitos generales para el diseño e implementación de la señalización y dispositivos viales, aplicables a los tres niveles de gobierno. Su objetivo es unificar criterios para mejorar la seguridad vial mediante una señalización clara y técnicamente fundamentada. Esta norma es obligatoria en calles y carreteras bajo jurisdicción federal, estatal y municipal, promoviendo una movilidad segura, accesible e incluyente (Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes & Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2022, pp. 1–2).

Complementariamente, el Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito actúa como una guía técnica para la aplicación de la NOM-034. Este manual ofrece información detallada sobre las especificaciones físicas y gráficas de los distintos elementos de señalización y dispositivos viales. Aborda desde los fundamentos legales y técnicos hasta el diseño de señalización vertical y horizontal, semáforos, dispositivos electrónicos y orientación peatonal y ciclista (SICT, 2024).

El manual también establece que toda señalización debe ser necesaria, visible, legible, comprensible, ubicada en el lugar adecuado y permitir al usuario reaccionar con suficiente anticipación. Se incorporan disposiciones sobre cromaticidad, reflectancia, dimensiones y uso de materiales fotoluminiscentes para asegurar su eficacia en condiciones diversas de operación vial (SICT, 2024).

Ambos instrumentos normativos son resultado de un proceso de armonización internacional, que incluye elementos del sistema europeo (Protocolo de Ginebra) y del modelo estadounidense, conforme a los acuerdos adoptados por México desde la Convención sobre Circulación Vial en Viena (1968). Esta convergencia busca facilitar la interpretación de las

señales tanto por usuarios nacionales como extranjeros, elevando la eficiencia operativa del sistema vial (SICT, 2024, p. 6).

En síntesis, tanto la NOM-034 como el Manual constituyen los pilares técnicos y legales sobre los cuales deben evaluarse las condiciones de operación y seguridad vial en intersecciones urbanas, como la que se analiza en este estudio. Su aplicación rigurosa garantiza coherencia normativa y reduce los riesgos asociados a una infraestructura deficiente o mal señalizada.

2.3 Conceptos clave: siniestralidad, movilidad urbana, microsimulación

El análisis de siniestralidad vial es esencial para comprender los factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito. Este fenómeno implica el estudio de incidentes donde al menos un vehículo está involucrado y que pueden generar consecuencias materiales, lesiones o pérdidas humanas. La investigación reciente en análisis proactivo de seguridad vial ha evolucionado hacia el uso de modelos predictivos que permiten estimar el riesgo antes de que ocurra un siniestro, particularmente mediante el uso de datos detallados de trayectorias vehiculares (Igene et al., 2024).

Por otro lado, la movilidad urbana representa la dinámica de desplazamiento de personas y bienes en las ciudades, involucrando diferentes modos de transporte y su interacción con la infraestructura vial. La planificación eficiente de la movilidad considera no solo la fluidez del tránsito, sino también la seguridad, accesibilidad y sostenibilidad. En este contexto, las herramientas de simulación han ganado relevancia para anticipar conflictos viales y evaluar medidas de intervención sin necesidad de implementar cambios físicos inmediatos.

La microsimulación es una técnica ideal para modelar el comportamiento individual de vehículos y usuarios de la vía en un entorno virtual detallado. Sin embargo, en este estudio, debido a las limitaciones de tiempo y recursos, no se utilizó software especializado como VISSIM para la simulación completa. En su lugar, los diseños fueron adaptados a un modelo realizado en AutoCAD, lo que permitió ajustar los parámetros y las geometrías viales para visualizar y analizar los posibles efectos de los rediseños propuestos. Aunque la microsimulación hubiera sido útil para prever conflictos como colisiones por alcance y mejorar la capacidad predictiva, el enfoque se adaptó a los requisitos de modelado prácticos del proyecto.

3. JUSTIFICACION

3.1 ¿Por qué se eligió esta intersección?

La intersección entre la Avenida Álvaro Obregón y la Avenida Revolución representa un nodo clave dentro de la red vial urbana de Chetumal, debido a su alta densidad vehicular y peatonal, así como a su papel como eje articulador entre zonas residenciales, comerciales y administrativas. Esta condición la convierte en un punto crítico para el análisis de movilidad y seguridad vial.

La selección de esta intersección responde a su representatividad dentro del tejido vial de la ciudad, ya que conecta áreas clave de la misma, y a la necesidad de aplicar criterios técnicos para diagnosticar y proponer soluciones en un entorno donde se evidencian tensiones entre el flujo vehicular, la accesibilidad peatonal y la seguridad urbana. La auditoría de seguridad vial permite identificar y abordar estos problemas de manera preventiva, ayudando a reducir los riesgos de accidentes y promoviendo la mejora de la infraestructura.

Intersecciones como la de Álvaro Obregón y Revolución requieren una evaluación detallada de sus condiciones físicas, visibilidad, señalización y operación vial. Los estudios contemporáneos sobre movilidad urbana proponen que el diseño vial debe centrarse en reducir los riesgos para los usuarios vulnerables, como los peatones y ciclistas, al integrar medidas de accesibilidad y seguridad vial en el diseño urbano (Barón, 2020). En el caso de carreteras de titularidad privada asociadas a actividades industriales —como la minería en Chile—, la operación vial depende en gran medida de los criterios establecidos por las empresas propietarias, sin existir un estándar único aplicable a todos los escenarios. En este contexto, las auditorías de seguridad vial se emplean como una herramienta sistemática para identificar deficiencias en la infraestructura y la señalización, y para proponer medidas de mitigación a partir de recorridos en campo (diurnos y nocturnos), registro audiovisual y elaboración de informes técnicos. Estas auditorías buscan prevenir accidentes y, además, optimizar inversiones al reducir costos asociados a siniestros, daños y demoras operativas (Samper Ramírez & Gómez Caorsi, 2018).

3.2 Contribución esperada del estudio

La auditoría de movilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Álvaro Obregón y Revolución busca generar una contribución significativa al mejoramiento del entorno urbano de Chetumal, mediante un enfoque técnico, normativo y socialmente responsable. Este tipo de intervenciones urbanas permite evaluar las condiciones existentes, proponer soluciones prácticas y sentar las bases para políticas públicas basadas en evidencia técnica.

El estudio no solo aportará un diagnóstico detallado de los riesgos presentes en la intersección seleccionada, sino que también aplicará metodologías actuales, como el análisis de la visibilidad y la observación técnica del entorno vial. Estas metodologías permitirán comprender cómo interactúan los diversos actores en el espacio urbano, identificando posibles peligros que afectan la seguridad, especialmente en zonas de alta accidentalidad.

El proyecto se alinea con los principios planteados durante la Década de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020 impulsada por la ONU, que promovió acciones integrales en cinco pilares, siendo uno de los más relevantes la mejora de la infraestructura vial y la movilidad segura (Osnaya, 2021). Esta investigación se inscribe en esa línea, al enfocar sus acciones en un nodo vial estratégico para la ciudad, con el objetivo de ofrecer soluciones viables para peatones, ciclistas, transporte público y vehículos particulares.

Desde una perspectiva académica, el estudio contribuye a fortalecer las competencias profesionales del estudiante en áreas como la auditoría vial, la aplicación normativa y la evaluación de la infraestructura vial. Este enfoque multidisciplinario refuerza la capacidad técnica del futuro ingeniero civil en el diseño de espacios urbanos seguros, accesibles e incluyentes.

3.3 Impacto para el municipio y para la formación profesional

La ejecución de esta auditoría de movilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Álvaro Obregón y Revolución en Chetumal representa una contribución estratégica tanto para el desarrollo urbano del municipio como para la formación académica del estudiante de ingeniería civil. En el ámbito municipal, esta intervención proporciona información técnica

clave para detectar riesgos latentes en la infraestructura vial, proponer soluciones viables y fundamentar políticas públicas orientadas a la prevención de siniestros viales.

La auditoría propuesta, al centrarse en una intersección crítica de la ciudad, tiene el potencial de reducir significativamente el índice de accidentes, mejorando la seguridad para todos los usuarios de la vía: peatones, ciclistas y conductores. Según Vardaki et al. (2018), los procesos de auditoría vial deben integrarse desde la etapa de diseño de infraestructura hasta su operación, bajo un enfoque que contemple las capacidades y errores humanos como parte del diseño vial. Este enfoque garantiza una respuesta proactiva a los problemas de seguridad vial, anticipando fallos antes de que se traduzcan en hechos lamentables.

Desde una perspectiva académica y profesional, este proyecto ofrece al estudiante una oportunidad real de aplicar los conocimientos adquiridos en el aula en un contexto práctico y normativo. La auditoría vial requiere competencias multidisciplinarias que incluyen ingeniería del tránsito, análisis de riesgos, normativas técnicas y factores humanos. Tal como enfatizan Setyarini y Putranto (2020), la formación de auditores viales exitosos implica no solo habilidades técnicas vinculadas al diseño geométrico y la prevención/evaluación de siniestros, sino también cualidades personales como rigor, cuidado, apego a estándares y capacidad de trabajo en equipo, aspectos esenciales en el desarrollo profesional del ingeniero civil.

La integración del enfoque de auditoría vial en la formación profesional promueve una cultura de prevención y mejora continua, fortalece la capacidad de análisis de problemas complejos y desarrolla una conciencia ética hacia la seguridad vial, principios fundamentales en la práctica de la ingeniería civil contemporánea.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Como parte de las actividades desarrolladas durante mi periodo de prácticas profesionales, realizado en el instituto de movilidad de Quintana Roo (IMOVEQROO) , se realizó un análisis integral de la intersección conformada por la Avenida Álvaro Obregón y la Avenida Revolución, con el objetivo de identificar las principales problemáticas viales y proponer alternativas de solución que contribuyan a mejorar las condiciones de accesibilidad y seguridad vial, especialmente para los peatones y demás usuarios vulnerables.

El estudio consistió en una inspección técnica en campo enfocada en evaluar las condiciones físicas de la infraestructura vial, la señalización horizontal y vertical, así como el estado del alumbrado público en los alrededores de la intersección. A través de esta evaluación se identificaron factores de riesgo y condiciones inseguras que afectan la movilidad peatonal y aumentan la posibilidad de siniestros viales.

Para el desarrollo del análisis se aplicaron criterios técnicos y normativos establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras.

El levantamiento permitió detectar diversas problemáticas asociadas a la falta de infraestructura peatonal continua, señalización deteriorada o insuficiente, deficiencias en la iluminación pública y presencia de obstáculos sobre las banquetas, los cuales reducen la visibilidad y la seguridad de los peatones al momento de cruzar.

Con base en los resultados obtenidos, se elaboraron propuestas de mejora orientadas a fortalecer una movilidad segura, accesible e incluyente, entre las cuales destacan la rehabilitación de la señalización horizontal y vertical, la optimización del alumbrado público, la construcción o adecuación de rampas accesibles, la incorporación de refugios peatonales y la implementación de medidas operativas de control y ordenamiento del tránsito para priorizar el cruce seguro.

Estas acciones están encaminadas a reducir los factores de riesgo y a fomentar un entorno vial más seguro, funcional y equitativo en la intersección de Álvaro Obregón con Revolución,

beneficiando a todos los actores de la vía y promoviendo el cumplimiento de los principios de seguridad vial, accesibilidad y diseño urbano sostenible.

4.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este análisis se enfocan en evaluar de manera integral las condiciones de seguridad y accesibilidad presentes en la intersección conformada por la Avenida Álvaro Obregón y la Avenida Revolución, en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

En primer lugar, se busca diagnosticar las condiciones actuales de la infraestructura vial, la señalización, la visibilidad y el alumbrado público en el área de estudio, con el propósito de determinar el estado físico y operativo de los elementos que conforman el cruce y su relación con la movilidad de los diferentes usuarios de la vía.

Asimismo, se pretende identificar los factores de riesgo y las condiciones inseguras que enfrentan los peatones, ciclistas y conductores, mediante una observación técnica en campo que permita reconocer los elementos que representan un potencial peligro o limitan la accesibilidad segura dentro de la intersección.

Finalmente, se propone formular medidas de mejora y alternativas de solución orientadas a optimizar la seguridad vial y la accesibilidad, priorizando a los actores con mayor grado de vulnerabilidad. Estas propuestas buscan contribuir a la reducción de siniestros viales y al fortalecimiento de un entorno urbano más seguro, incluyente y funcional.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio (cuantitativo-aplicado, diagnóstico técnico)

El presente proyecto corresponde a un estudio cuantitativo–aplicado y de diagnóstico técnico, orientado a evaluar de manera integral las condiciones de seguridad y accesibilidad en la intersección conformada por la Avenida Álvaro Obregón y la Avenida Revolución, en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

Desde el enfoque cuantitativo–aplicado, se recopilaron y analizaron datos verificables relacionados con la infraestructura vial, la señalización, la visibilidad y el alumbrado público, con el fin de describir objetivamente el estado operativo del cruce y sustentar la toma de decisiones mediante evidencia medible. Este enfoque permitió vincular los hallazgos obtenidos en campo con la formulación de acciones correctivas orientadas a la mejora directa de las condiciones actuales de la intersección.

De manera complementaria, se desarrolló un diagnóstico técnico, basado en observaciones estructuradas en sitio, levantamientos fotográficos y revisión de criterios normativos aplicables, tales como los principios del Sistema Seguro (*International Transport Forum [ITF] & OECD, 2022*), la Auditoría de Seguridad Vial, la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, la NOM-004-SEDATU-2023, y el Manual señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras. Este diagnóstico permitió identificar los factores de riesgo y las condiciones inseguras que afectan a peatones, ciclistas y conductores, considerando especialmente a los usuarios vulnerables.

El tipo de estudio empleado facilitó no sólo la identificación de problemáticas asociadas a la infraestructura, señalización y alumbrado, sino también la elaboración de propuestas de mejora orientadas a promover una movilidad más segura, accesible e incluyente. En conjunto, este enfoque metodológico brindó una base técnica sólida para respaldar las recomendaciones planteadas y contribuir al fortalecimiento de la seguridad vial en la intersección evaluada.

5.2 Herramientas utilizadas:

Para el desarrollo del análisis de seguridad vial y accesibilidad en la intersección conformada por la Avenida Álvaro Obregón y la Avenida Revolución, se empleó un conjunto de herramientas técnicas, metodológicas y de documentación que permitieron recopilar información precisa, evaluar las condiciones físicas del entorno y formular propuestas de mejora basadas en evidencia. Entre las principales herramientas utilizadas se encuentran:

- **Levantamientos fotográficos en campo:** Documentaron de manera visual las condiciones actuales de la infraestructura, incluyendo rampas, pasos peatonales, camellones, señalización horizontal y vertical, alumbrado público, accesos y banquetas.
- **Aforos vehiculares y peatonales:** Se realizaron mediciones directas del flujo de vehículos y peatones para identificar patrones de movilidad, niveles de demanda y posibles conflictos en los cruces. La recolección se efectuó mediante conteo manual y registro en intervalos de 15 minutos. Los aforos vehiculares y direccionales se realizaron de 08:00 a 09:00 h, mientras que el aforo peatonal se llevó a cabo de 09:30 a 10:30 h, complementándose con observación estructurada del comportamiento operativo del cruce.
- **Análisis de siniestros y mapa de colisiones (fuentes y tratamiento):** Se integraron registros públicos y administrativos: (i) bases georreferenciadas de INEGI para los años disponibles, procesadas y representadas espacialmente mediante QGIS; (ii) una base de incidentes obtenida vía Plataforma Nacional de Transparencia (periodo 2019–2024), filtrada por colonias del entorno inmediato del sitio; y (iii) reportes hemerográficos/ciudadanos utilizados únicamente como evidencia contextual complementaria. La información se procesó mediante estadística descriptiva y análisis espacial para identificar patrones temporales y concentración en el área de influencia.

- **Diagramas de condiciones físicas:** Se elaboraron esquemas representativos del estado de la intersección, señalando elementos viales, geometría, visibilidad y obstáculos que inciden en la movilidad segura.
- **Instrumentos normativos y metodológicos:** Se utilizaron criterios de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, la NOM-004-SEDATU-2023, y el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, para evaluar el cumplimiento de estándares técnicos y apoyar la formulación de propuestas de mejora.
- **Herramientas de medición y registro manual:** Empleadas durante las visitas de campo para el levantamiento de datos, identificación de deficiencias y registro de puntos críticos.
- **Análisis estadístico básico:** Utilizado para procesar información de accidentes, aforos y observaciones, facilitando la interpretación objetiva de los datos recolectados.

Estas herramientas permitieron obtener un diagnóstico completo y confiable de las condiciones de la intersección, asegurando que las propuestas de mejora se basaran en información verificada y criterios técnicos sólidos.

5.3 Fases de trabajo

El desarrollo del presente análisis se organizó en diversas fases de trabajo que permitieron estructurar de manera ordenada y eficiente las actividades realizadas en la intersección Álvaro Obregón – Revolución. Cada fase integró procesos específicos de recolección de información, evaluación en campo y elaboración de propuestas. Las fases se describen a continuación:

1. Fase de preparación y recopilación de información preliminar

En esta etapa se reunieron antecedentes de la intersección, incluyendo ubicación, características generales del entorno y registros históricos de siniestros viales. Asimismo, se revisaron los lineamientos normativos aplicables y se definió el enfoque metodológico basado en la metodología de la Auditoría de Seguridad Vial y las normas técnicas vigentes.

2. Fase de inspección y levantamiento en campo

Se efectuaron visitas técnicas a la intersección para documentar las condiciones reales de operación. Durante esta fase se realizaron levantamientos fotográficos, mediciones directas, aforos vehiculares y peatonales, y la identificación de elementos físicos relevantes como rampas, banquetas, señalización, iluminación y visibilidad. Esta información permitió detectar factores de riesgo y problemáticas presentes en el entorno vial.

3. Fase de análisis técnico y diagnóstico

Con los datos recolectados, se elaboraron diagramas de condiciones físicas, mapas de colisiones y análisis estadísticos. Posteriormente, se evaluó el cumplimiento de criterios normativos en materia de accesibilidad, seguridad vial y diseño seguro. Esta fase permitió identificar de manera objetiva las deficiencias y las condiciones inseguras que afectan la movilidad peatonal y vehicular.

4. Fase de elaboración del dictamen técnico

A partir del diagnóstico se generó un dictamen detallado que integra los hallazgos principales, clasifica las problemáticas detectadas y establece su relación con los riesgos potenciales para los usuarios de la intersección. Para cada problema identificado se definieron áreas de oportunidad y líneas de acción posibles.

5. Fase de formulación de propuestas y alternativas de mejor

Finalmente, se desarrollaron propuestas de intervención orientadas a fortalecer la seguridad vial y la accesibilidad. Estas incluyen rehabilitación y mejora de señalización, adecuación de infraestructura peatonal, optimización de iluminación, reorganización de flujos y medidas operativas de control y ordenamiento del tránsito, así como ajustes de diseño urbano desde un enfoque de movilidad segura.

5.4 Criterios normativos y técnicos aplicados

Para la evaluación de la intersección ubicada en la Avenida Álvaro Obregón con Avenida Revolución se aplicaron criterios normativos y metodológicos reconocidos a nivel nacional e internacional, con el propósito de garantizar un análisis integral, objetivo y alineado con

los estándares vigentes en materia de movilidad y seguridad vial. Entre los principales criterios utilizados destacan:

- **NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 – Regulación Técnica para la Movilidad:** Esta norma se utilizó como referencia para verificar el cumplimiento de los lineamientos relacionados con accesibilidad, seguridad vial, infraestructura peatonal y diseño seguro. Se consideraron directrices sobre cruces seguros, continuidad peatonal, rampas, señalización y disposición de elementos físicos.
- **NOM-004-SEDATU-2023 – Espacio Público:** Sirvió para evaluar las condiciones de accesibilidad universal, calidad del espacio peatonal y disposición de elementos urbanos, con especial atención a las banquetas, rampas, mobiliario urbano y zonas de cruce, garantizando que la infraestructura favoreciera la movilidad de personas con discapacidad y usuarios vulnerables.
- **Manual de Señalización y Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras:** Se utilizó para revisar y evaluar la señalización horizontal y vertical existente en la intersección, verificando su visibilidad, estado físico, ubicación y cumplimiento de especificaciones oficiales. También permitió valorar la correcta implementación de dispositivos de control como semáforos, pasos peatonales y elementos de canalización.

La aplicación conjunta de estos criterios normativos y técnicos permitió desarrollar un análisis estructurado, consistente y alineado con las mejores prácticas de movilidad, garantizando que las propuestas de mejora derivadas del estudio respondieran a requisitos de seguridad, accesibilidad y funcionalidad urbana.

6. RESULTADOS

6.1 Siniestros Viales

En el marco del presente informe de residencia profesional, la identificación de conflictos viales y factores de riesgo en la intersección de estudio se abordó a partir del análisis de la siniestralidad registrada en su entorno inmediato. Para ello, se recurrió a tres fuentes principales de información. En primer término, la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), específicamente el apartado de Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas (ATUS), de la cual se obtuvieron registros correspondientes al periodo 2019–2024. En segundo lugar, se gestionó, a través de la Plataforma Nacional de Transparencia, la obtención de reportes oficiales de accidentes viales atendidos en la intersección o en sus proximidades, igualmente para el periodo 2019–2024. Finalmente, se realizó una revisión hemerográfica en medios de noticias locales, con el propósito de complementar la información institucional mediante notas periodísticas que documentan incidentes que, en algunos casos, no se reflejan en las bases de datos oficiales.

El objetivo de la integración de estas tres fuentes fue construir un panorama lo más completo posible de los accidentes viales ocurridos en la zona, identificando su frecuencia, localización aproximada, tipo de hecho de tránsito, usuarios involucrados y condiciones asociadas (horario, tipo de vehículo, maniobra previa, entre otros). A partir de este diagnóstico se busca reconocer patrones de ocurrencia, puntos críticos de conflicto y factores recurrentes de riesgo, insumos fundamentales para sustentar propuestas de mejora en materia de seguridad vial, gestión del tránsito y adecuaciones geométricas u operativas en la intersección analizada.

Para mantener un adecuado control de la información, se realizó una revisión año por año, iniciando en 2019 y concluyendo en 2024. En cada ejercicio se llevó a cabo un análisis detallado de los accidentes registrados y, posteriormente, se elaboró un resumen consolidado que integra los resultados de todo el periodo

INEGI

Se consultó la información disponible del periodo 2019–2024 con el fin de identificar siniestros viales en el entorno de la intersección Avenida Álvaro Obregón–Avenida Revolución, en Chetumal, Quintana Roo.

2019 y 2020. Para estos años no se identificaron registros de siniestros georreferenciados en el entorno inmediato de la intersección, de acuerdo con la base consultada.

2021.

En 2021 se identificaron siniestros en la zona de estudio, principalmente en las inmediaciones de la intersección. Como se observa en la Ilustración 1, los eventos se distribuyen en el corredor vial cercano, lo que evidencia condiciones de exposición al riesgo en el área de influencia del nodo analizado.

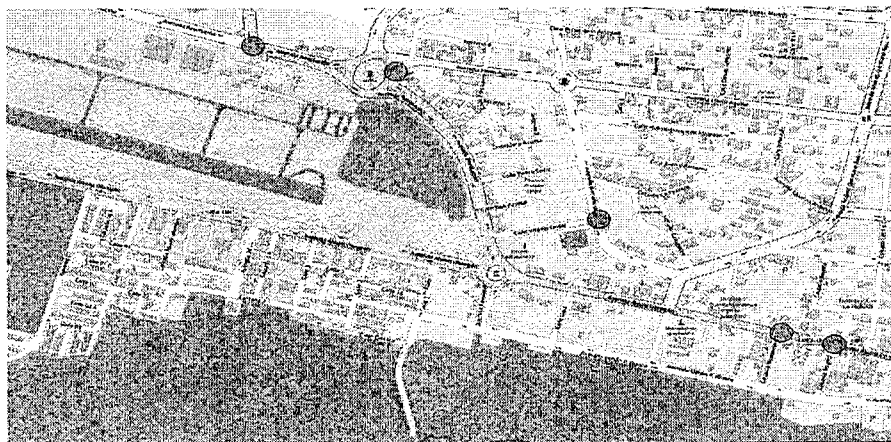
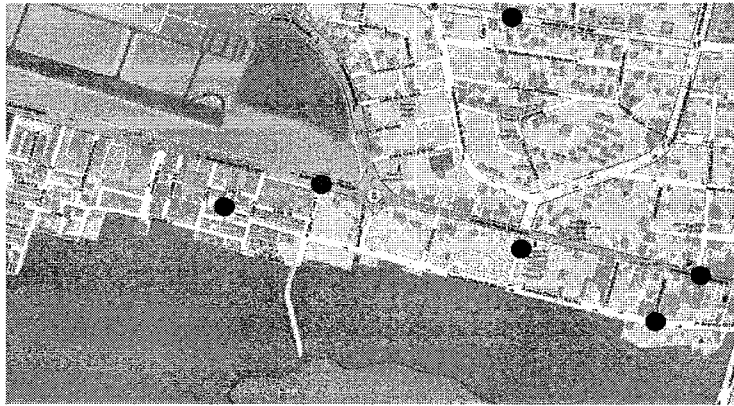


Ilustración 1 Siniestros viales registrados en 2021 en el entorno de la intersección Av. Álvaro Obregón–Av. Revolución, Chetumal, Q. Roo. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI y QGIS (consulta: 2025).

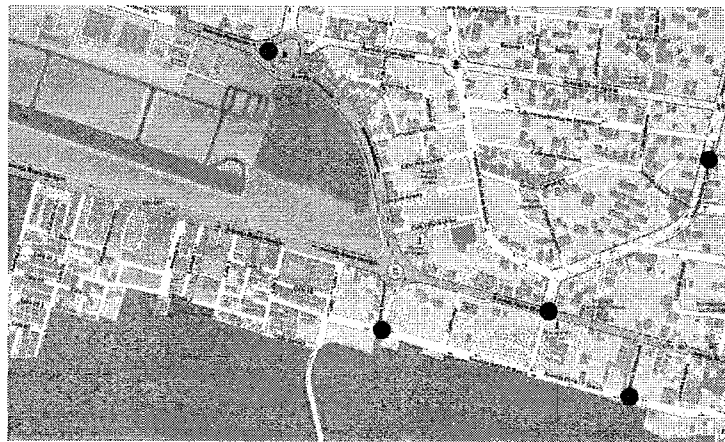
2022. Para 2022 se registraron siniestros próximos a la intersección. La Ilustración 2 muestra su localización, lo que permite relacionar la siniestralidad con las condiciones de operación y el entorno vial del tramo evaluado.



*Ilustración 2 Siniestros viales registrados en 2022 en el entorno de la intersección Av. Álvaro Obregón–Av. Revolución, Chetumal, Q. Roo.
Fuente: Elaboración propia con base en INEG y QGIS (consulta: 2025).*

2023.

En 2023 se registraron siniestros cercanos a la intersección. De acuerdo con la Ilustración 3, los eventos se mantienen dentro del área de influencia del cruce, lo cual refuerza la necesidad de revisar condiciones de seguridad vial y accesibilidad en el sitio



*Ilustración 3 Siniestros viales registrados en 2023 en el entorno de la intersección Av. Álvaro Obregón–Av. Revolución, Chetumal, Q. Roo.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI y QGIS (consulta: 2025).*

2024. En 2024 se identificó al menos un siniestro en la intersección. Como se aprecia en la Ilustración 4, la ocurrencia en el punto de estudio confirma la relevancia del diagnóstico y de las medidas planteadas para reducir el riesgo.

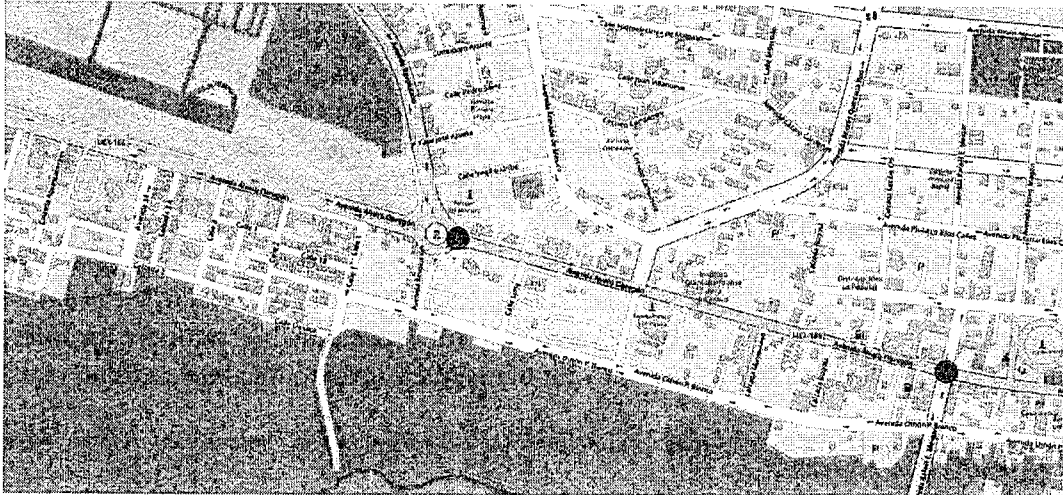


Ilustración 4 Siniestros viales registrados en 2024 en el entorno de la intersección Av. Álvaro Obregón–Av. Revolución, Chetumal, Q. Roo. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI y QGIS (consulta: 2025).

PLATAFORMA NACIONAL DE TRANSPARENCIA

Se recopiló una tabla detallada de los accidentes registrados entre 2019 y 2024, clasificando la información por fecha, mes, año, hora, rango horario, tipo de incidente, dirección, municipio y colonia. Para el estudio, se realizó un filtrado enfocado únicamente en las colonias cercanas a la intersección de la avenida Revolución con la Prolongación Álvaro Obregón, con el fin de obtener una visión más precisa de los incidentes en esa zona.

A partir de la tabla 2 filtrada se elaboraron gráficas descriptivas para identificar patrones temporales y características de los incidentes. En particular, la Ilustración 5 muestra la distribución de siniestros por rango horario, observándose un pico alrededor de las 08:00 h y concentraciones secundarias hacia 11:00 h y en el periodo 17:00–21:00 h, lo que sugiere mayor exposición al riesgo en horarios de actividad urbana. Por su parte, la Ilustración 6 presenta la cantidad de siniestros por año dentro de la base filtrada, destacando un mayor registro en 2021 y una disminución en los años posteriores disponibles. Finalmente, la Ilustración 7 sintetiza los siniestros por tipo de incidente, donde predominan los eventos asociados a atropellamientos y colisiones, lo cual refuerza la necesidad de priorizar medidas de seguridad para usuarios vulnerables y mejorar el control y la legibilidad del entorno vial.

Tabla 2 Registro de siniestros viales 2019–2024 (base filtrada por colonias cercanas a la intersección). Fuente: Plataforma Nacional de Transparencia (consulta: 2025).

FECHA	MESE	AÑO	HORA	RANGO	TIPO DE INCIDENTE	DIRECCIÓN	MUNICIPIO	COLONIA
2019-03-23 00:00:00	marzo	2019	08:53:22	08	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2019-04-27 00:00:00	abril	2019	07:11:16	07	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2019-05-11 00:00:00	mayo	2019	07:20:52	07	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2019-05-12 00:00:00	mayo	2019	08:23:44	08	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2019-08-02 00:00:00	agosto	2019	20:51:32	20	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2019-09-13 00:00:00	septiembre	2019	16:32:18	16	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2019-11-07 00:00:00	noviembre	2019	17:26:49	17	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	PROL ALVA	OPB	Centro Chetumal
2020-01-04 00:00:00	enero	2020	06:17:32	06	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	PROL ALVA	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2020-02-12 00:00:00	febrero	2020	16:26:56	16	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	PROL ALVA	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2020-02-12 00:00:00	febrero	2020	20:05:03	20	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	PROL ALVA	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2020-02-18 00:00:00	febrero	2020	08:20:18	08	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	Infonavit Villas de Chetumal
2020-03-07 00:00:00	marzo	2020	21:18:47	21	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	Centro Chetumal
2020-03-10 00:00:00	marzo	2020	08:58:58	08	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2020-03-16 00:00:00	marzo	2020	18:37:20	18	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2020-03-20 00:00:00	marzo	2020	12:38:35	12	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	PROL ALVA	OPB	Centro Chetumal
2020-11-14 00:00:00	noviembre	2020	20:07:01	20	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	PROL ALVA	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2020-12-12 00:00:00	diciembre	2020	22:59:22	22	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2021-02-18 00:00:00	febrero	2021	23:44:36	23	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	Centro Chetumal
2021-03-28 00:00:00	marzo	2021	22:47:56	22	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	PROL ALVA	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2021-05-16 00:00:00	mayo	2021	03:11:54	03	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	PROL ALVA	OPB	Infonavit Villas de Chetumal
2021-05-20 00:00:00	mayo	2021	19:45:57	19	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	Fracc Fovissste 1 Etapa
2021-06-03 00:00:00	junio	2021	18:26:25	18	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2021-06-06 00:00:00	junio	2021	04:13:19	04	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2021-07-02 00:00:00	julio	2021	19:15:28	19	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	PROL ALVA	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2021-07-09 00:00:00	julio	2021	05:04:10	05	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	Centro Chetumal
2021-07-23 00:00:00	julio	2021	11:56:34	11	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	Centro Chetumal
2021-09-02 00:00:00	septiembre	2021	13:34:23	13	ACCIDENTE DE MOTOCICLETA CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2021-09-14 00:00:00	septiembre	2021	14:24:34	14	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2021-10-26 00:00:00	octubre	2021	11:59:32	11	ACCIDENTE DE VEHICULO AUTOMOTOR CON LESIONADOS	AV REVOL	OPB	Centro Chetumal
2021-11-10 00:00:00	noviembre	2021	17:46:24	17	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	Centro Chetumal
2021-12-01 00:00:00	diciembre	2021	11:51:20	11	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV REVOL	OPB	Centro Chetumal
2022-02-03 00:00:00	febrero	2022	09:15:06	09	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	AV ALVARO	OPB	1a Base Escuadron Aeronaval
2022-09-19 00:00:00	septiembre	2022	04:17:00	04	ACCIDENTE DE TRANSITO SIN PERSONAS LESIONADAS	ALVARO Q	OPB	

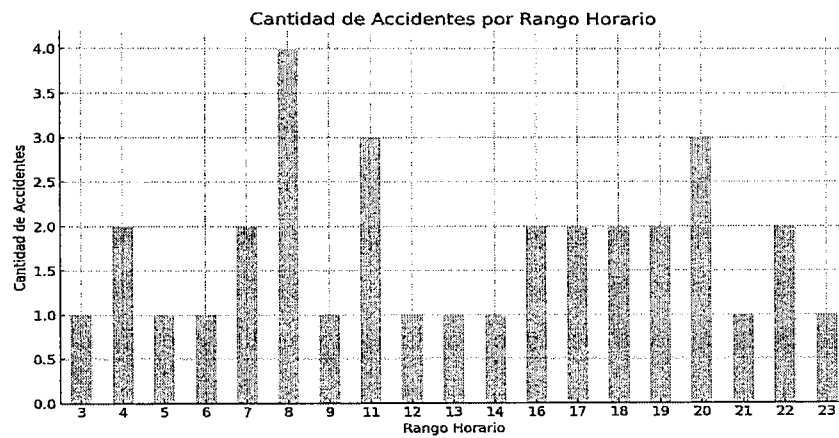


Ilustración 5 Cantidad de siniestros viales por rango horario (base filtrada). Fuente: Elaboración propia con base en Plataforma Nacional de Transparencia (consulta: 2025).

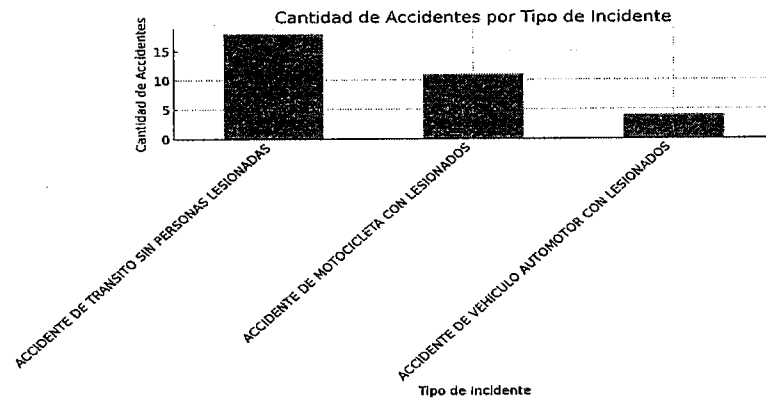


Ilustración 6 Cantidad de siniestros viales por tipo de incidente (base filtrada). Fuente: Elaboración propia con base en Plataforma Nacional de Transparencia (consulta: 2025).

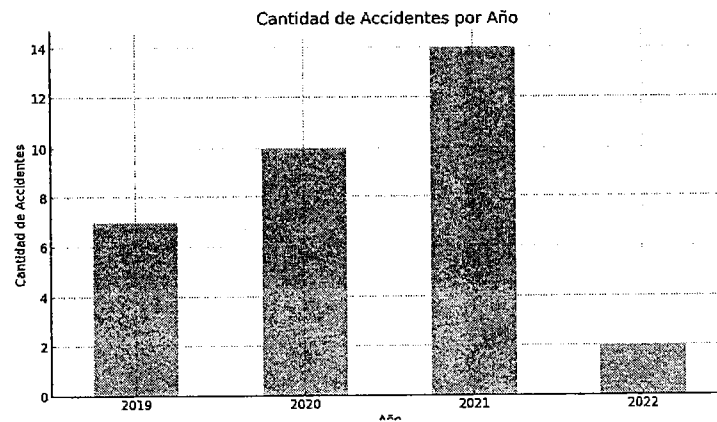


Ilustración 7 Cantidad de siniestros viales por año (base filtrada). Fuente: Elaboración propia con base en Plataforma Nacional de Transparencia (consulta: 2025).

MEDIOS LOCALES

A partir del análisis de los incidentes disponibles, se identifican eventos recurrentes en la Avenida Álvaro Obregón y su entorno inmediato, lo cual respalda su selección como zona de enfoque para la auditoría de movilidad y seguridad vial. En los reportes revisados se observan patrones asociados a condiciones operativas y del entorno vial, como alta demanda vehicular y maniobras conflictivas en aproximaciones, por lo que resulta pertinente reforzar el control y la legibilidad del espacio vial mediante señalización y medidas de calmado de tránsito.

Asimismo, la ocurrencia de siniestros en zonas próximas a intersecciones principales evidencia la necesidad de intervenir con criterios de diseño seguro y protección de usuarios vulnerables. En este sentido, las Ilustraciones 8 a 11 presentan ejemplos de incidentes reportados en medios y publicaciones ciudadanas en el corredor de Av. Álvaro Obregón y en el entorno de la intersección con Av. Revolución, los cuales se consideran evidencia complementaria para contextualizar el diagnóstico. Estos reportes se integran al análisis junto con la siniestralidad histórica y la evaluación en campo, con el propósito de sustentar las propuestas de mejora planteadas en el informe. En conjunto, estos casos reflejan recurrencia de eventos en el corredor y respaldan la necesidad de aplicar medidas de control y diseño seguro.

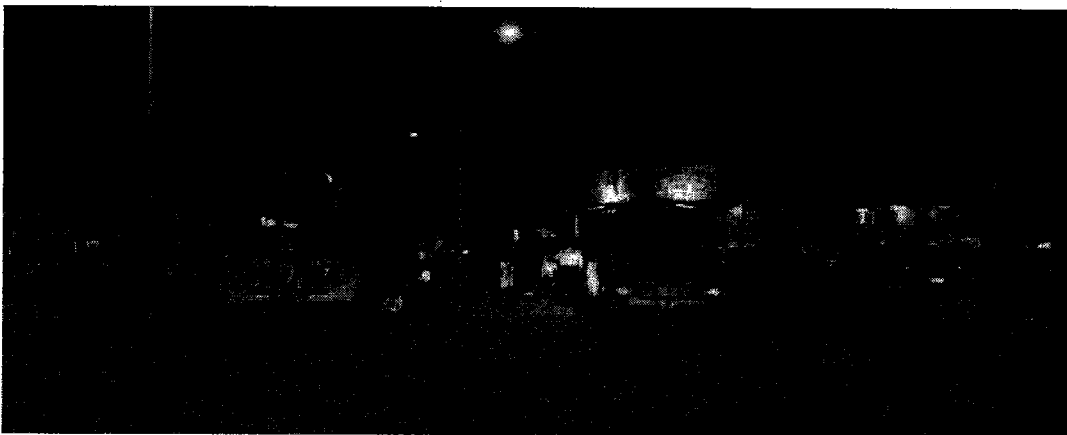


Ilustración 8 Choque entre Av. Revolución y Av. Alvaro Obregon (Chetumal, Q. Roo.). Fuente: Diario de Quintana Roo (consulta: diciembre de 2025).

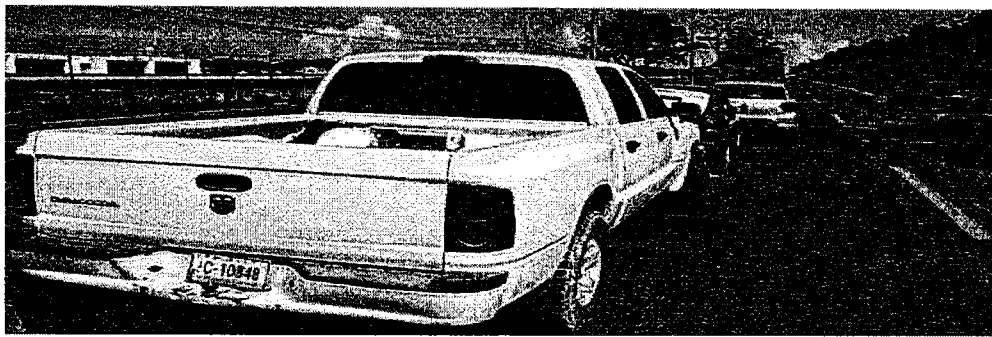


Ilustración 11 Choque sobre Av. Álvaro Obregón (Chetumal, Q. Roo.). Fuente: De Peso Quintana Roo (consulta: diciembre de 2025).



Ilustración 10 Choque Av. Álvaro Obregón y Av. Revolución (Chetumal, Q. Roo.). Fuente: Espacio Ciudadano de Quintana Roo (consulta: diciembre de 2025).

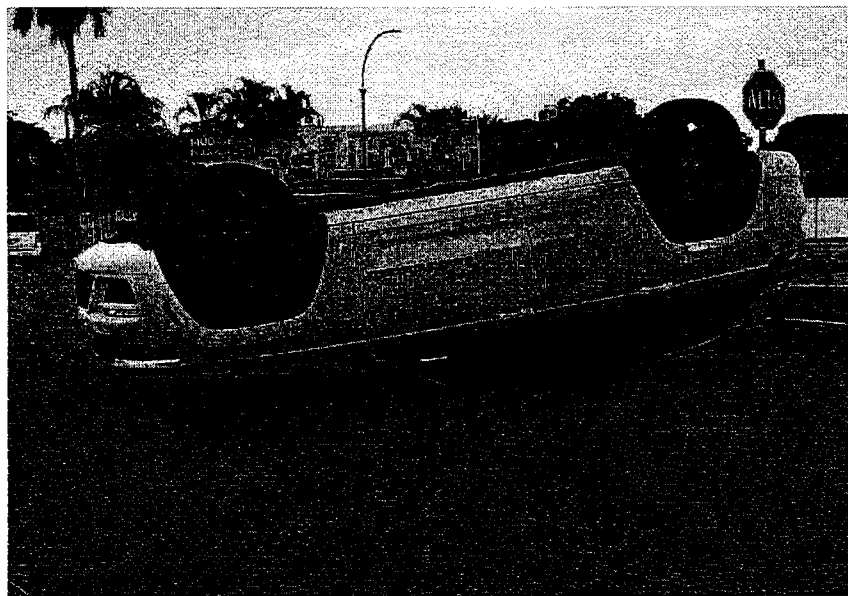
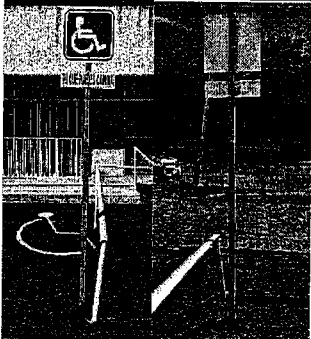
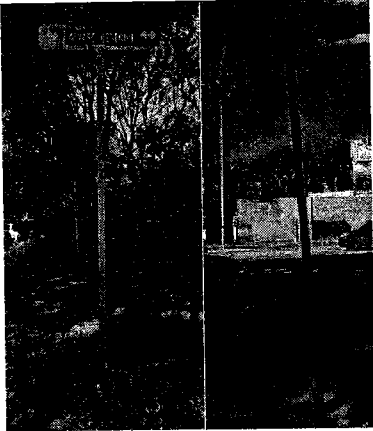
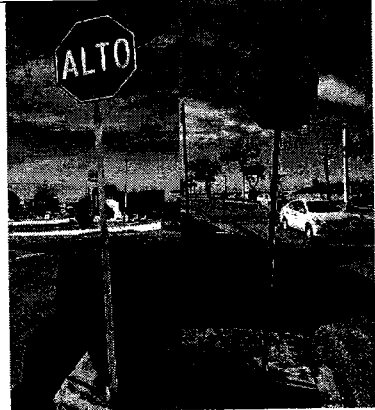
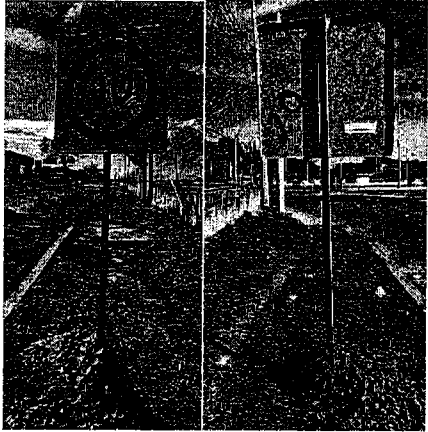
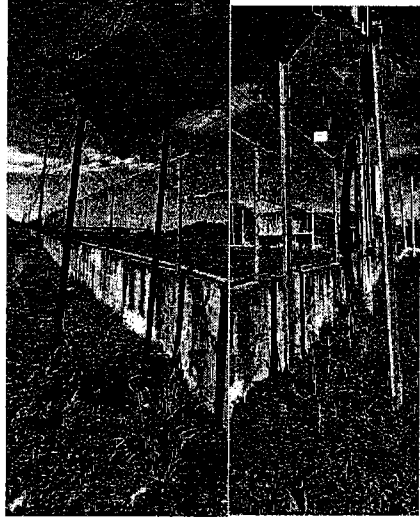


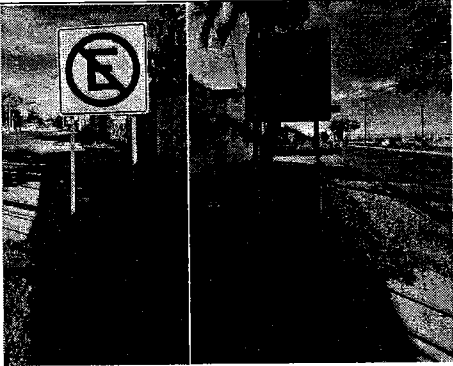
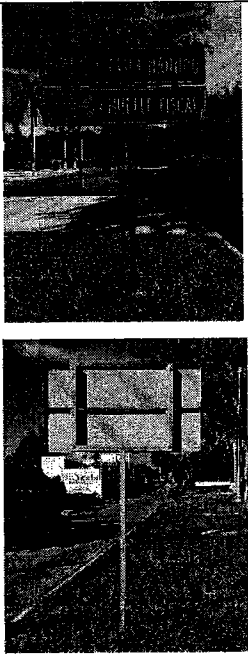
Ilustración 9 Choque en Av. Álvaro Obregón, en el entorno de la intersección con Av. Revolución (Chetumal, Q. Roo.). Fuente: Facebook, "Reporte Chetumal" (consulta: diciembre de 2025).

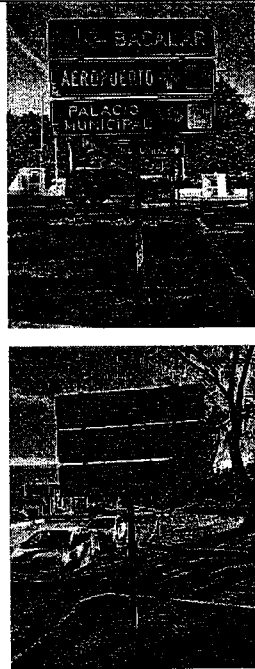
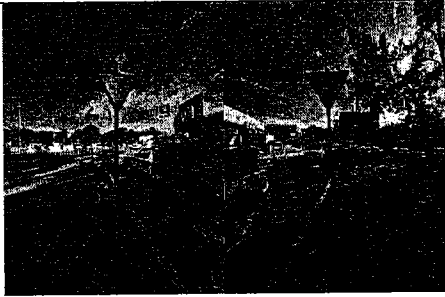
Tabla 3 Inventario de señaléticas en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, diciembre de 2025).

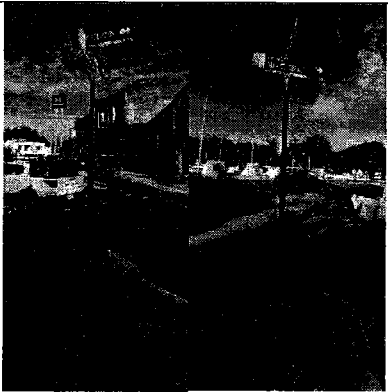
Tipo de señalamiento	Condiciones	Coordenadas	Imagen
SP 16 Glorieta	Presenta desgaste, es poco visible	18°29'59.06"N - 88°18'46.82"O	
SID-13 DE DESTINO	Visible, presenta buenas condiciones	18°29'59.06"N - 88°18'46.82"O	
SIS-51	Visible con buenas condiciones	18°29'59.02"N - 88°18'45.98"O	

SID-8 INFORMATIVO	Visible con buenas condiciones.	18°29'58.28"N - 88°18'43.62"O	
SID-8 INFORMATIVO	Visible con buenas condiciones.	18°29'57.72"N - 88°18'43.82"O	
SR6 ALTO	Visible, sin embargo, presenta condiciones inestables.	18°29'55.43"N - 88°18'49.94"O	
SR6 ALTO	Visible con buenas condiciones.	18°29'59.40"N - 88°18'50.84"O	

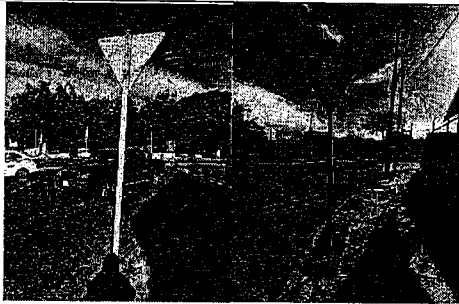
SP 41 REDUCTOR DE VELOCIDAD	Visible, pero presenta condiciones de inestabilidad y es probable que se caiga.	18.49996, - 88.31414	
SR 9 40 VELOCIDAD 40 Km/h	Presenta condiciones que no lo hacen entendible.	18.5001, - 88.31428	
SP 32 CRUCE DE PEATONES	Visible y en buenas condiciones.	18.50013, - 88.31437	

SR-22 RESTRICTIVA	Visible y en buen estado.	18°29'59.92"N - 88°18'52.75"O	
SID 8A TURISTICA	Letras visibles pero los logotipos presentan desgaste lo que lo hacen poco visibles	18°29'56.48"N - 88°18'49.83"O	
SP 16 Glorieta	Poco visible, desgastada	18.49921, - 88.31367	

SID 8A TURISTICA	Visible, poco dañada	18.49934, - 88.31362	
SID 10 DE DESTINO	Visible, pero con condiciones de deterioro (oxidación)	18.49938, - 88.313	
SR 7 CEDA EL PASO	Visible	18.49991, - 88.31395	

SID 8 INFORMATIVO	Poco visible	18.49981, - 88.31399	
----------------------	--------------	-------------------------	--

SR 7 CEDA EL PASO	Poco visible, desgastada	18.49971, - 88.31317	
SR 7 CEDA EL PASO	Visible y en buenas condiciones.	18°30'0.57"N - 88°18'49.17"O	
SID 10 DE DESTINO	Visible, pero con condiciones de deterioro (oxidación)	18.50034, - 88.31367	

SR 7 CEDA EL PASO	Visible y en buen estado.	18.50029, - 88.31378	
SII-15 KM 271	Visible y en buen estado.	18.4999, - 88.31388	

Dispositivos de control vehicular Semáforos

En la inspección de campo se registró un dispositivo de control semaforizado de carácter preventivo instalado en la glorieta “Comité Proterritorio de Quintana Roo”, el cual, al momento del levantamiento, se encontraba fuera de operación. Este equipo corresponde a un sistema de advertencia compuesto por fases ámbar y roja, cuya finalidad es reforzar la precaución y regular la aproximación vehicular antes del acceso a la glorieta.



Ilustración 13 Dispositivo de control vehicular

La ilustración 13 muestra la ubicación del dispositivo, localizado previo al punto de incorporación a la glorieta sobre la avenida Álvaro Obregón (km 271). Debido a que el equipo se encontraba fuera de servicio, no fue posible evaluar su desempeño durante la operación observada; por ello, se documenta únicamente como condición existente al momento del estudio, sin formar parte de las propuestas de intervención desarrolladas en el presente informe.

6.2.2 SEÑALIZACION HORIZONTAL

Asimismo, se realizó la revisión del señalamiento horizontal en los accesos y cruces de la intersección Av. Álvaro Obregón–Av. Revolución. En la inspección se observó un patrón consistente de desgaste avanzado: las marcas asociadas a cruces peatonales y elementos de canalización presentan pérdida significativa de material reflejante y continuidad, por lo que su lectura por parte de los usuarios es limitada. Esta condición reduce la claridad del cruce, favorece trayectorias peatonales no guiadas y puede incrementar el riesgo de conflicto con vehículos, especialmente en periodos de mayor demanda.

De igual manera, se identificó deterioro en las franjas reductoras de velocidad, lo cual disminuye su función de alerta y calmado de tránsito. La evidencia fotográfica de estas condiciones se muestra en las Ilustraciones 14 a 18, donde se aprecian ejemplos del estado actual del señalamiento horizontal en Av. Álvaro Obregón, Av. Revolución y el entorno de la glorieta. Con base en lo anterior, resulta necesario contrastar la condición observada con la normativa aplicable y desarrollar una propuesta de rehabilitación y mejora del señalamiento horizontal, con el objetivo de restituir su visibilidad y funcionalidad para la seguridad vial.



Ilustración 14 Condición del señalamiento horizontal en Av. Álvaro Obregón (pérdida de continuidad y material reflejante). Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

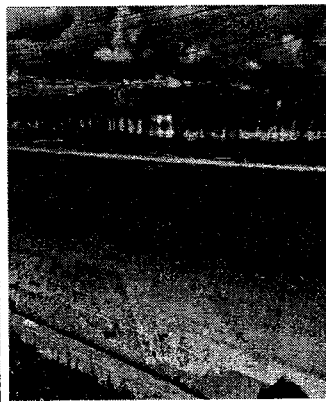


Ilustración 15 Condición del señalamiento horizontal en Av. Álvaro Obregón (marcas con desgaste avanzado). Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

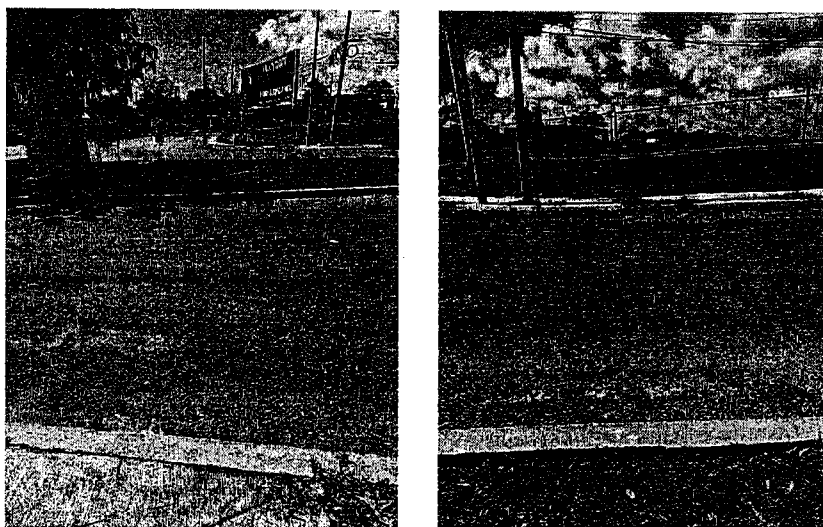


Ilustración 16 Condición del señalamiento horizontal en Av. Revolución (marcas con desgaste y baja legibilidad). Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

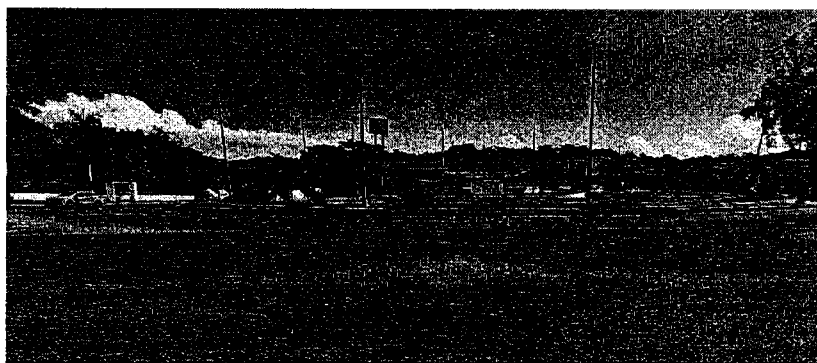


Ilustración 18 Condición del señalamiento horizontal en el entorno de la glorieta (marcas con desgaste general). Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).



Ilustración 17 Condición del señalamiento horizontal en Av. Revolución (zonas con pérdida de demarcación). Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

6.2.3 SEGURIDAD VIAL

ELEMENTOS FISICOS

Se efectuó una inspección física en la intersección conformada por la Avenida Revolución y la Avenida Álvaro Obregón, con el propósito de evaluar las condiciones actuales de los elementos peatonales. Durante el recorrido se analizaron de manera específica las banquetas, guarniciones, la existencia y estado de rampas para personas con discapacidad, así como cualquier condición que pudiera representar riesgos o limitar la seguridad y movilidad de los usuarios.

Como se observa en la Ilustración 19, en el entorno de Av. Álvaro Obregón se identificó desgaste significativo en banqueta y guarnición, condición que incrementa la vulnerabilidad del peatón y puede generar obstáculos para el tránsito seguro. Asimismo, se constató la ausencia de rampas accesibles, lo cual representa una limitación relevante en términos de accesibilidad universal y movilidad

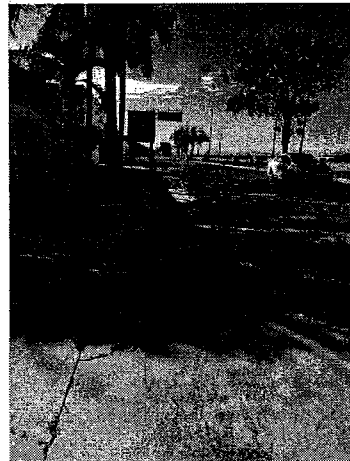
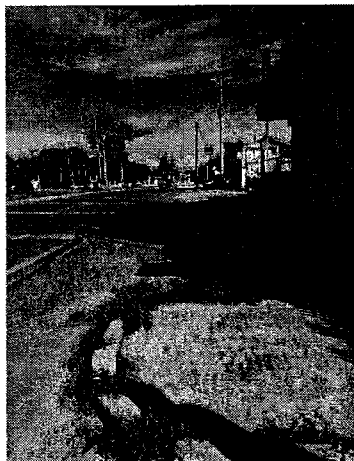


Ilustración 19 Condiciones de banqueta en Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

[Handwritten signature]

Como parte del proceso de evaluación, se procederá a verificar si las banquetas cumplen con el ancho mínimo establecido por la normativa vigente, a fin de determinar su adecuación para el tránsito peatonal y el desplazamiento de personas con movilidad reducida.

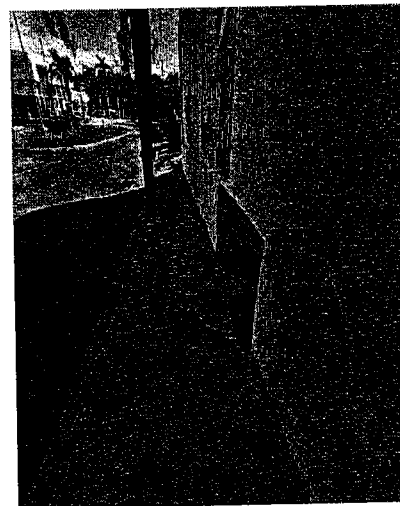
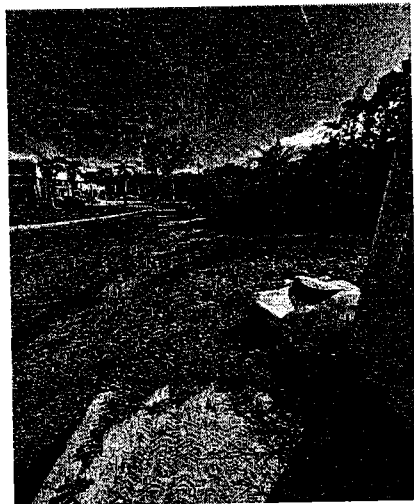


Ilustración 20 Condiciones de banqueta en Av. Revolución. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

En el caso de Av. Revolución, la Ilustración 20 evidencia desgaste considerable y tramos donde la infraestructura peatonal es inexistente; además, no se identificaron rampas que permitan el tránsito seguro de personas con discapacidad. Durante la inspección se observó

una tapa de registro de alcantarillado en condiciones deficientes, lo que constituye un punto crítico de riesgo para los usuarios. Adicionalmente, se constató la ausencia de un paso peatonal debidamente establecido, lo que afecta la continuidad del recorrido y genera condiciones de inseguridad al cruzar la vialidad.

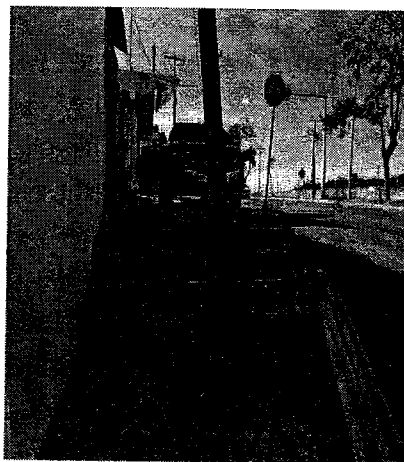
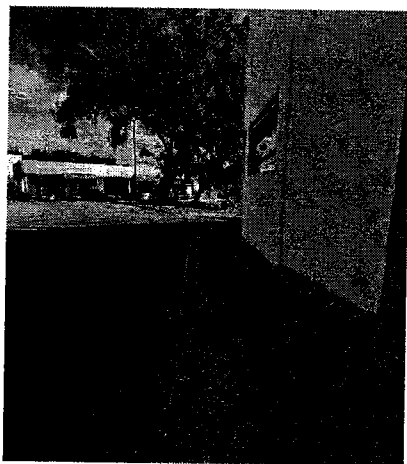


Ilustración 21 Condiciones de banqueta en Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

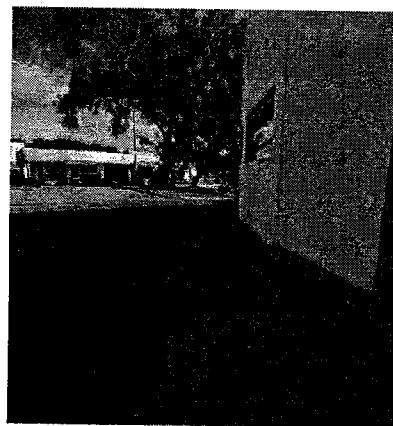
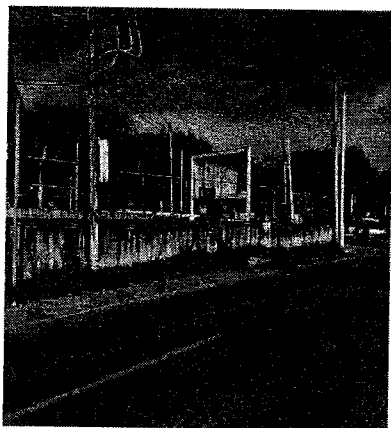


Ilustración 22 Condiciones de banqueta en Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

Las Ilustraciones 21 y 22 muestran tramos sobre Av. Álvaro Obregón donde la banqueta es inexistente y, en los segmentos disponibles, existe la probabilidad de que no se cumplan los anchos mínimos requeridos por la normatividad aplicable. También se identificaron

escalones y desniveles que interrumpen la continuidad del recorrido y obstaculizan el tránsito seguro, principalmente para personas con discapacidad o movilidad reducida.

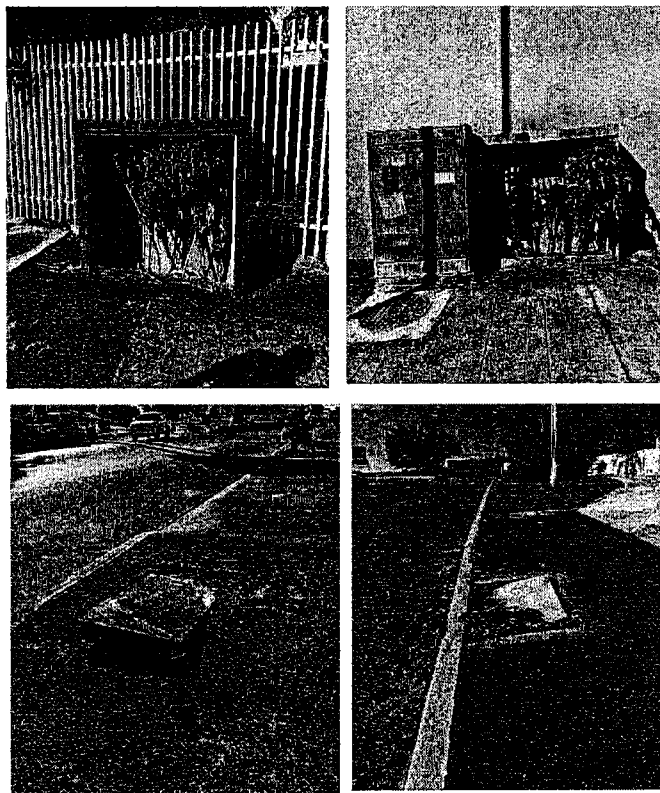


Ilustración 23 Condiciones de banqueta y registro eléctrico en Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

En la Ilustración 23 se identifican riesgos relevantes derivados de la presencia de registros eléctricos expuestos ubicados sobre la banquetta, sin tapas que garanticen su protección. En algunos casos se observó crecimiento de vegetación en el interior, evidenciando falta de mantenimiento. Asimismo, se detectaron registros a nivel de piso con tapas deterioradas o fracturadas, lo que incrementa la probabilidad de tropiezos y caídas.



Ilustración 24 Condiciones de banqueta Av. Álvaro Obregón

Fuente propia, 2025

La Ilustración 24 evidencia condiciones severamente deterioradas de la banqueta, con tramos fracturados que dificultan la movilidad peatonal y el desplazamiento de personas con discapacidad. Además, se identificó un poste caído que representa un riesgo potencial para transeúntes. Adicionalmente, se observó vegetación invadiendo la superficie de la banqueta, lo que reduce el espacio útil de circulación y puede generar riesgos adicionales para quienes transitan por la zona.

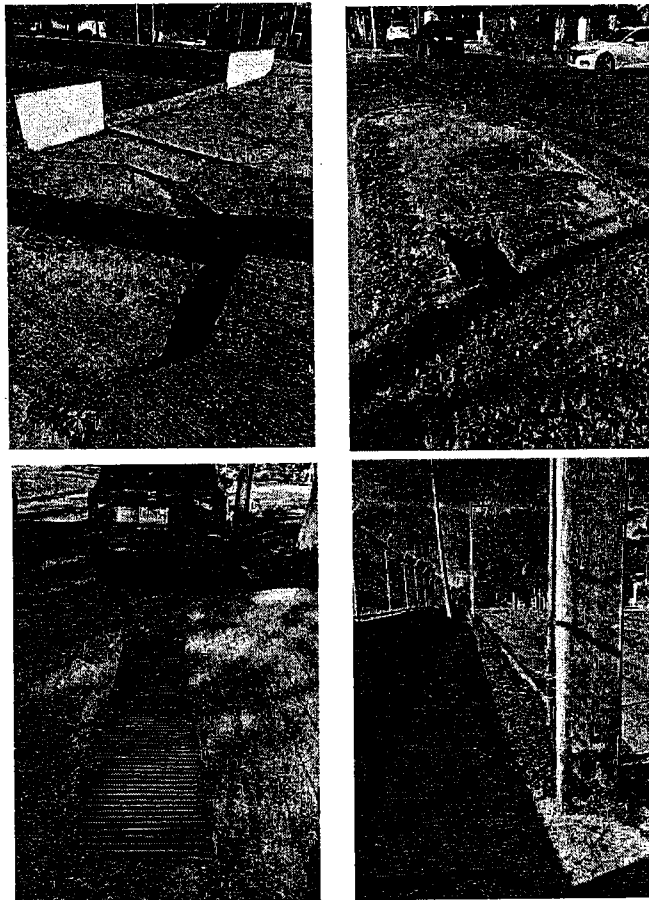
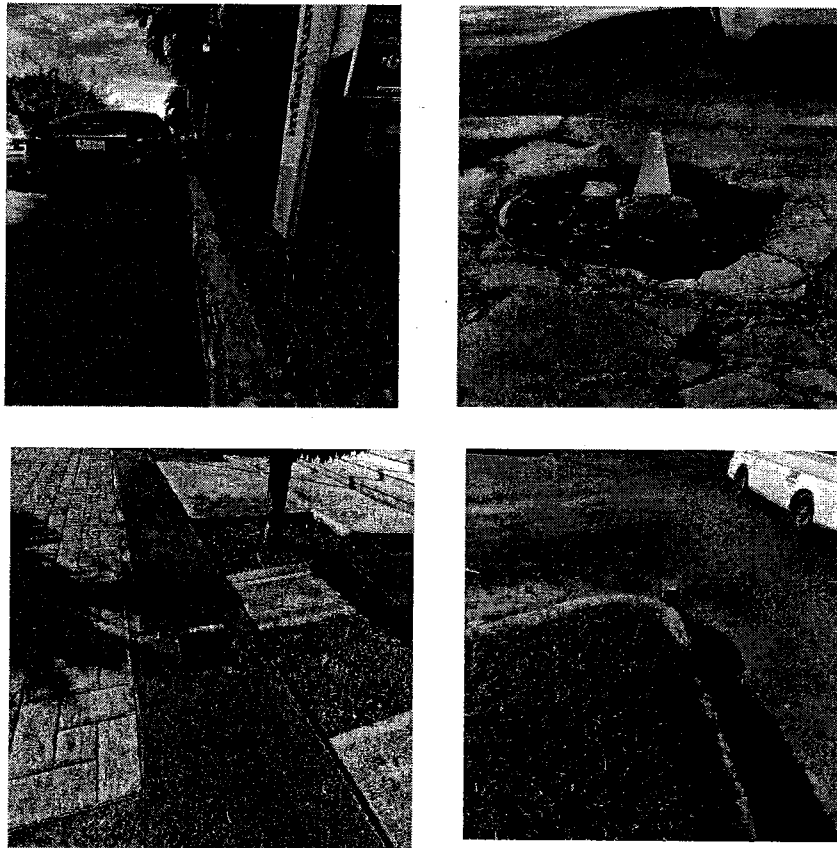


Ilustración 25 Condiciones de banqueta, camellón y alcantarillado en Av. Revolución. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).

En la Ilustración 25 se observan desniveles importantes en banqueta y deterioro notable de guarniciones sobre Av. Revolución, lo que sugiere falta de mantenimiento. Asimismo, se identificó un registro eléctrico sin tapa, representando un riesgo directo para los peatones. También se constató que, en algunos tramos, la banqueta es inexistente por invasión de vegetación, reduciendo el espacio destinado a la circulación. Finalmente, se detectó la ausencia de un paso peatonal que permita el cruce seguro de una calle a otra, afectando la continuidad peatonal y la seguridad del cruce.



*Ilustración 26 Condiciones de banqueta y registro sanitario en Av. Álvaro Obregón.
Fuente: Elaboración propia (levantamiento en campo, 2025).*

Por último, la Ilustración 26 muestra desgaste significativo en la pintura de guarniciones y tramos fracturados que evidencian deterioro estructural. Además, se identificó una tapa de alcantarillado en condición de riesgo, junto con una tapa de registro a nivel de piso prácticamente vencida, ambas representando peligros potenciales para los usuarios que transitan por la zona.

Como parte del proceso de evaluación, en una etapa posterior se verificará el cumplimiento normativo respecto a anchos mínimos de banqueta, rampas y pendientes, con el fin de determinar su conformidad con los criterios establecidos para accesibilidad y seguridad peatonal.

6.2.4 ALUMBRADO PUBLICO

Se realizó una revisión del sistema de alumbrado público con la finalidad de determinar su funcionamiento actual y su impacto en la seguridad vial y peatonal del área. La inspección se efectuó durante la noche, lo que permitió apreciar con precisión el nivel real de iluminación existente tanto en la vialidad como en las banquetas y zonas destinadas al tránsito peatonal.

La observación nocturna hizo posible evaluar directamente aspectos como el desempeño de las luminarias, la uniformidad y el alcance de la luz, la intensidad luminosa en carriles vehiculares, cruces peatonales y puntos de ascenso y descenso del transporte público, además de detectar posibles sectores con iluminación insuficiente que pudieran generar condiciones de riesgo. Asimismo, se registraron luminarias apagadas, con parpadeo, vibración, mala orientación o parcialmente obstruidas por vegetación, así como el estado físico de postes y conexiones expuestas.

Esta evaluación permitió obtener un panorama preciso sobre la condición del alumbrado público en la intersección estudiada, identificando fallas y áreas que requieren intervención para mejorar la seguridad vial, la percepción de seguridad de los usuarios y la eficiencia general del sistema de iluminación.

Condiciones observadas por tramo

1. Avenida Álvaro Obregón (sentido Este-Oeste)

Como se observa en la Ilustración 27, el tramo evaluado presenta una intensidad lumínica generalmente adecuada y un alcance favorable sobre la vialidad. No obstante, se identificó un sector con cobertura no uniforme sobre la banqueta, asociado a la presencia de vegetación que obstruye parcialmente el flujo luminoso, lo que constituye un punto de mejora para la seguridad peatonal. En condiciones nocturnas, la señalización vertical mantiene una visibilidad aceptable; sin embargo, la señalización horizontal presenta deterioro que reduce su legibilidad.

2. Avenida Álvaro Obregón (sentido Oeste-Este)

De acuerdo con la Ilustración 28, se observaron tres luminarias apagadas, lo que reduce la visibilidad para peatones y automovilistas y puede incrementar el riesgo en circulación

nocturna. En este sentido, la señalización vertical presenta baja legibilidad y la señalización horizontal resulta prácticamente imperceptible debido a su desgaste.

3. Avenida Revolución (ramal Norte-Sur)

La Ilustración 29 muestra un ramal con intensidad de iluminación elevada y cobertura uniforme tanto en carriles como en banquetas, sin obstrucciones por vegetación. La señalización vertical es visible; sin embargo, la señalización horizontal presenta deterioro que afecta su función informativa durante la noche.

4. Avenida Revolución (ramal Sur-Norte)

Como se aprecia en la Ilustración 30, el tramo presenta un nivel de iluminación adecuado con cobertura en banquetas y carriles, favoreciendo condiciones más seguras para los usuarios. La señalización vertical se identifica sin dificultad, mientras que la señalización horizontal se encuentra severamente deteriorada, reduciendo su visibilidad nocturna.

5. Parque de Educación Vial Chetumal

La Ilustración 31 evidencia insuficiencia de iluminación asociada a **dos luminarias apagadas**, generando zonas de penumbra que reducen la percepción de seguridad y pueden representar un riesgo para quienes transitan por el área en horario nocturno.

6. Glorieta principal

De acuerdo con la Ilustración 32, la glorieta presenta condiciones generales de iluminación favorables, permitiendo distinguir elementos como límites de guarnición, los cuales se encuentran en buen estado. Sin embargo, se identificó ausencia o deficiente implementación de señalamiento horizontal, lo que limita la información visual disponible para los conductores durante la operación nocturna.

En conjunto, la inspección nocturna permitió identificar tramos con cobertura adecuada y otros con fallas puntuales (luminarias apagadas y cobertura insuficiente en banquetas), aspectos que requieren atención para mejorar la seguridad vial, la percepción de seguridad y la funcionalidad del sistema de alumbrado.



Ilustración 27 Condiciones de alumbrado público en Av. Álvaro Obregón (sentido Este—Oeste). Fuente: Elaboración propia (inspección nocturna, noviembre de 2025). Ilustra

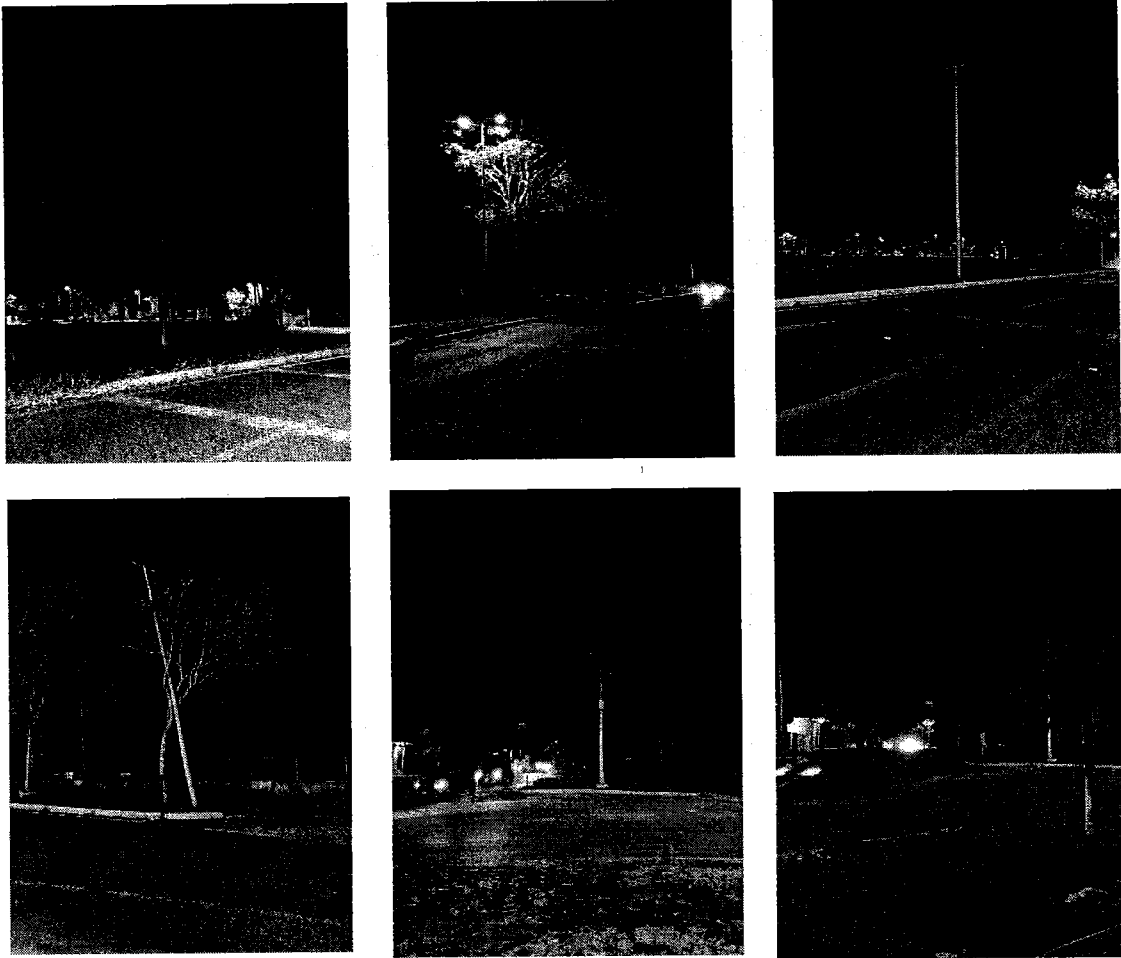
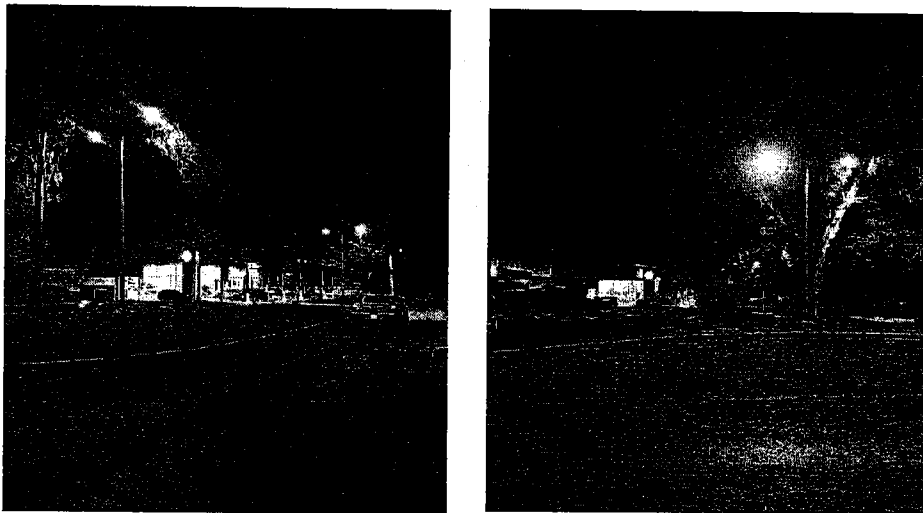


Ilustración 28 Condiciones de alumbrado público en Av. Álvaro Obregón (sentido Oeste–Este). Fuente: Elaboración propia (inspección nocturna, noviembre de 2025).



Ilustración 29 Condiciones de alumbrado público en Av. Revolución (ramal Norte–Sur). Fuente: Elaboración propia (inspección nocturna, noviembre de 2025).



*Ilustración 30 Condiciones de alumbrado público en Av. Revolución (ramal Sur-Norte).
Fuente: Elaboración propia (inspección nocturna, noviembre de 2025).*

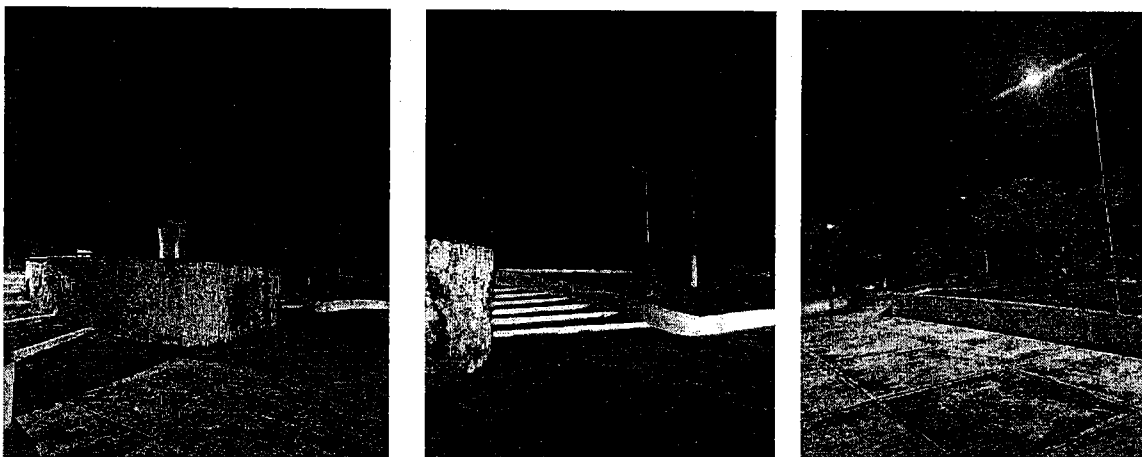


Ilustración 32 Condiciones de alumbrado público en el Parque de Educación Vial Chetumal. Fuente: Elaboración propia (inspección nocturna, noviembre de 2025).



*Ilustración 31 Condiciones de iluminación en la glorieta principal del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia (inspección nocturna, noviembre de 2025).*

6.3 Aforos

6.3.1 Aforos peatonales y vehiculares

Como parte de las actividades contempladas en la auditoría, se llevó a cabo un aforo de flujo vehicular durante los horarios de mayor afluencia en la ciudad de Chetumal, comprendidos de 08:00 a 09:00 horas. El objetivo de esta actividad fue registrar el comportamiento del tránsito, así como el volumen de vehículos de entrada y salida en la intersección.

Para la recolección de datos se empleó un formato de aforo vehicular y se realizó un conteo manual por tipo de vehículo y por sentido de circulación, en intervalos de 15 minutos, hasta completar la duración establecida del estudio. La Ilustración 33 muestra el formato utilizado para el registro en campo. Debido a la configuración de la intersección, fue necesaria la participación de cuatro personas adicionales para cubrir simultáneamente los accesos de la zona de estudio.

Ilustración 33 Formato de aforo vehicular utilizado para el conteo manual. Fuente: IMOVEQROO (formato institucional).

De manera complementaria, se aplicó el mismo procedimiento para realizar aforos direccionales, con el fin de identificar los movimientos de ingreso y salida en cada vialidad y determinar la distribución del tránsito por maniobra (frente, izquierda y derecha). La

representación gráfica de los movimientos registrados se presenta en la Ilustración 34, la cual permite visualizar la configuración y la codificación de los flujos analizados.



Ilustración 34 Representación gráfica de los movimientos vehiculares registrados en el aforo direccional. Fuente: Elaboración propia (diciembre de 2025).

Las siguientes tablas corresponden al análisis direccional y su distribución en los movimientos sobre la Av. Álvaro Obregón oriente.

Movimiento 1 Glorieta Av. Alvaro Obregon Oriente-Poniente								
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL	
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR		
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4		
HORA/MOVIMIENTO								
8:00-8:15	17	5	75	0	0	0	97	19.80%
8:15-8:30	23	3	105	0	2	0	133	27.14%
8:30-8:45	33	9	85	0	0	0	127	25.92%
8:45-9:00	35	6	90	2	0	0	133	27.14%
TOTAL	108	23	355	2	2	0	490	100.00%
	22.04%	4.69%	72.45%	0.41%	0.41%	0.0%		

Movimiento 2 Glorieta Av. Alvaro Obregon Oriente-Poniente								
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL	
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR		
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4		
HORA/MOVIMIENTO								
8:00-8:15	15	1	25	0	0	0	41	16.87%
8:15-8:30	20	5	60	0	0	0	85	34.98%
8:30-8:45	27	5	45	0	0	0	77	31.69%
8:45-9:00	15	0	25	0	0	0	40	16.46%
TOTAL	77	11	155	0	0	0	243	100.00%
	31.69%	4.53%	63.79%	0.00%	0.00%	0.0%		

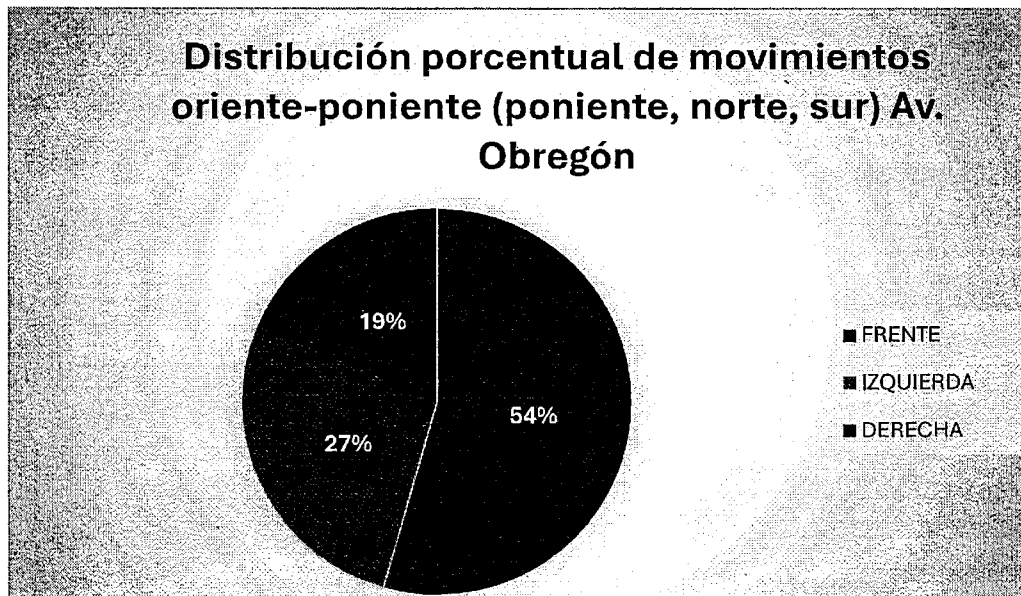
Movimiento 3 Glorieta Av. Alvaro Obregon Derecha								
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL	
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR		
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4		
HORA/MOVIMIENTO								
8:00-8:15	15	0	10	0	0	0	25	14.97%
8:15-8:30	10	0	36	0	0	0	46	27.54%
8:30-8:45	6	0	35	0	0	0	41	24.55%
8:45-9:00	15	0	40	0	0	0	55	32.93%
TOTAL	46	0	121	0	0	0	167	100.00%
	27.54%	0.00%	72.46%	0.00%	0.00%	0.0%		

Glorieta Av. Alvaro Obregon Resumen								
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL	
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR		
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4		
FRENTE	108	23	355	2	2	0	490	54.44%
IZQUIERDA	77	11	155	0	0	0	243	27.00%
DERECHA	46	0	121	0	0	0	167	18.56%
TOTAL	231	34	631	2	2	0	900	100.00%
	25.67%	3.78%	70.11%	0.22%	0.22%	0.0%		

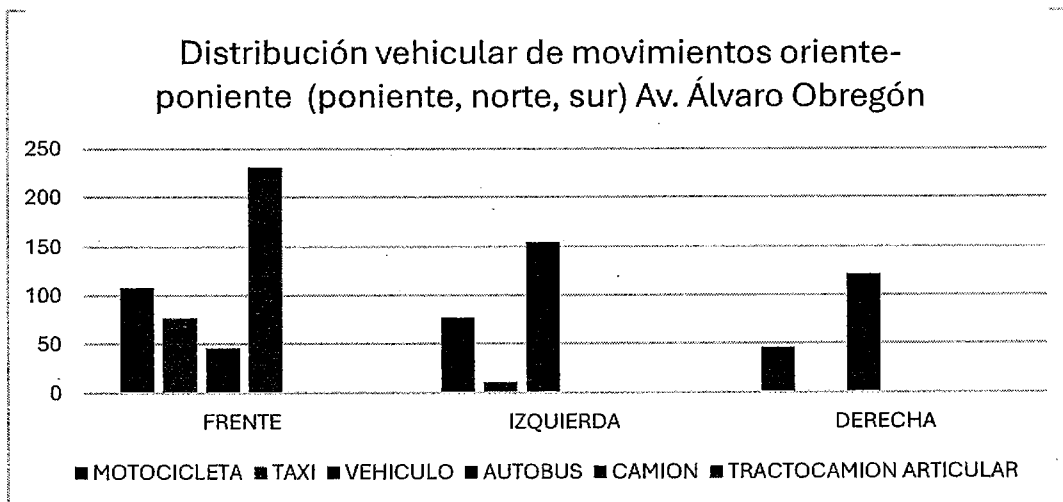
Tabla 4 Aforo direccional en Av. Álvaro Obregón Oriente–Poniente. Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados del aforo direccional para el acceso Oriente–Poniente se resumen en la Tabla 4, donde se reporta el volumen total y la distribución por movimientos. Como complemento, la Gráfica 1 muestra la distribución porcentual de los movimientos y la Gráfica 2 la composición vehicular asociada.

De manera integrada, el análisis evidencia que el Movimiento 1 concentra aproximadamente el 54 % de los 900 vehículos registrados en el periodo de estudio; el Movimiento 2 representa alrededor del 27 % y el Movimiento 3 el 19 % restante. En cuanto a la composición, predomina el tránsito ligero (automóviles tipo A2), con participación secundaria de motocicletas y presencia mínima de vehículos pesados, lo cual caracteriza a este acceso como un flujo urbano de carga baja durante la hora analizada.



Grafica 1 Distribución porcentual de movimientos (Oriente-Poniente) en Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia (2025).



Grafica 2 Distribución vehicular por tipo de vehículo en movimientos (Oriente-Poniente) de Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia (2025).

Las siguientes tablas corresponden al análisis direccional y su distribución en los movimientos sobre la Av. Álvaro Obregón Poniente-Oriente.

Movimiento 4 Glorieta Av. Alvaro Obregon Poniente-Oriente									
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL		
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR			
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4			
HORA/MOVIMIENTO									
8:00-8:15	6	8	60	1	0	0	75	22.59%	
8:15-8:30	14	5	67	0	2	0	88	26.51%	
8:30-8:45	7	6	75	0	0	0	88	26.51%	
8:45-9:00	7	12	60	2	0	0	81	24.40%	
TOTAL	34	31	262	3	2	0	332	100.00%	
	10.24%	9.34%	78.92%	0.90%	0.60%	0.0%			

Movimiento 5 Glorieta Av. Alvaro Obregon Poniente-Oriente									
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL		
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR			
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4			
HORA/MOVIMIENTO									
8:00-8:15	0	0	2	0	0	0	2	100.00%	
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	
TOTAL	0	0	2	0	0	0	2	100.00%	
	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.0%			

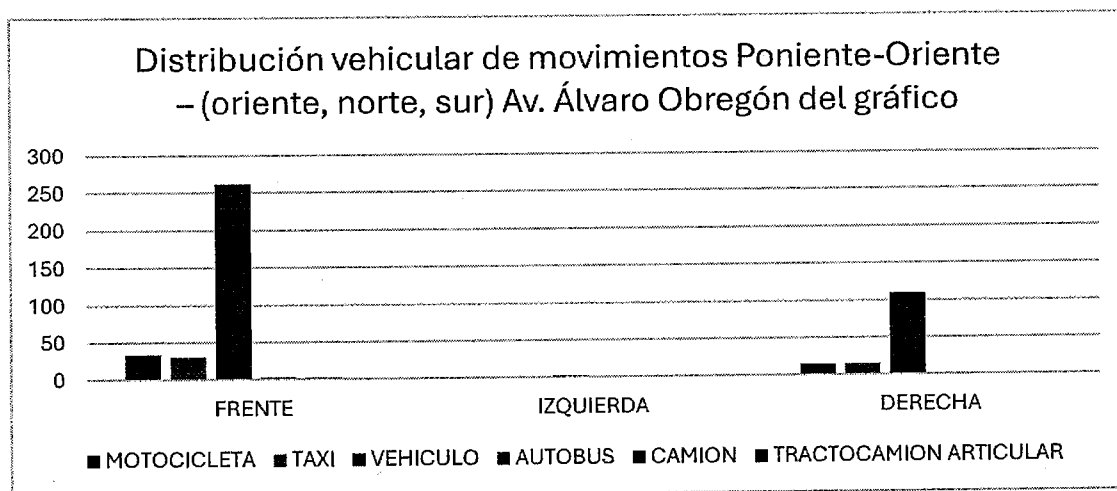
Movimiento 6 Glorieta Av. Alvaro Obregon Derecha									
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL		
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR			
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4			
HORA/MOVIMIENTO									
8:00-8:15	5	5	35	0	0	0	45	32.14%	
8:15-8:30	4	4	25	0	0	0	33	23.57%	
8:30-8:45	2	1	26	0	0	0	29	20.71%	
8:45-9:00	4	5	24	0	0	0	33	23.57%	
TOTAL	15	15	110	0	0	0	140	100.00%	
	10.71%	10.71%	78.57%	0.00%	0.00%	0.0%			

Movimiento 1 Glorieta Av. Alvaro Obregon Resumen									
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL		
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR			
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4			
FRENTE	34	31	262	3	2	0	332	70.04%	
IZQUIERDA	0	0	2	0	0	0	2	0.42%	
DERECHA	15	15	110	0	0	0	140	29.54%	
TOTAL	49	46	374	3	2	0	474	100.00%	
	14.76%	13.86%	112.65%	0.90%	0.60%	0.0%			

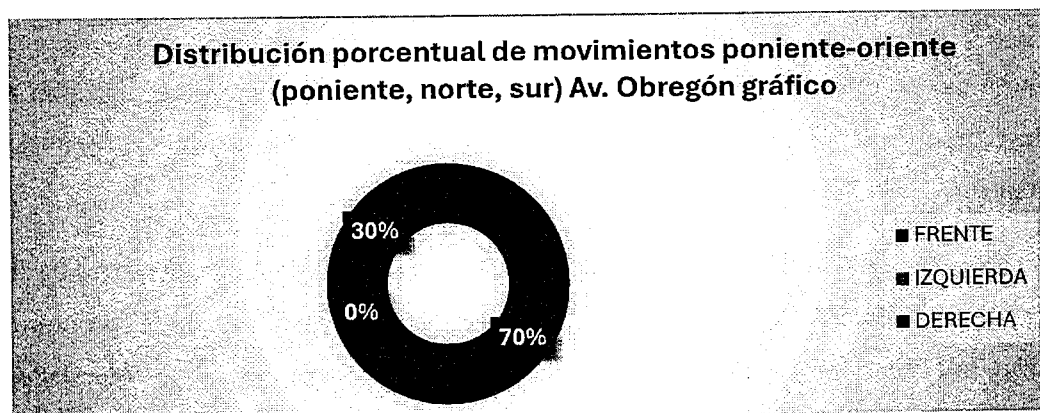
Tabla 5 Aforo direccional en Av. Álvaro Obregón Poniente–Oriente. Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados del acceso Poniente–Oriente se presentan en la Tabla 5, y su síntesis gráfica se muestra en la Gráfica 3 (distribución porcentual) y la Gráfica 4 (distribución por tipo de vehículo).

De acuerdo con la Tabla 5, en este acceso se registró un total de 474 vehículos, de los cuales 332 corresponden al movimiento de frente (70.04 %), 2 al giro a la izquierda (0.42 %) y 140 al giro a la derecha (29.54 %). En términos de composición vehicular, predomina el vehículo ligero tipo A2 con 374 unidades, complementado por 49 motocicletas, 46 taxis, 3 autobuses y 2 camiones, sin registro de tractocamiones. Este patrón confirma una operación predominantemente urbana con baja presencia de transporte pesado y demanda concentrada en movimientos de frente y giro a la derecha, información relevante para evaluar condiciones operativas y definir medidas de mejora en el entorno de la glorieta.



Grafica 3 Distribución vehicular por tipo de vehículo en movimientos (Poniente–Oriente) de Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia (2025).



Grafica 4 Distribución porcentual de movimientos (Poniente–Oriente) en Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia (2025).

Las siguientes tablas corresponden al análisis direccional y su distribución en los movimientos sobre la Av. Revolución Sur.

Movimiento 7 Glorieta Av. Revolución Sur							
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR	
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4	
HORA/MOVIMIENTO							
8:00-8:15	4	5	21	1	2	0	33
8:15-8:30	0	0	20	0	0	0	20
8:30-8:45	4	5	20	0	0	0	29
8:45-9:00	0	0	25	0	0	0	25
TOTAL	8	10	86	1	2	0	107
	7.48%	9.35%	80.37%	0.93%	1.87%	0.0%	100.00%

Movimiento 8 Glorieta Av. Revolución Sur							
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR	
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4	
HORA/MOVIMIENTO							
8:00-8:15	3	1	12	0	0	0	16
8:15-8:30	0	0	12	1	1	0	14
8:30-8:45	2	1	13	0	0	0	16
8:45-9:00	0	0	12	0	0	0	12
TOTAL	5	2	49	1	1	0	58
	8.62%	3.45%	84.48%	1.72%	1.72%	0.0%	100.00%

Movimiento 9 Glorieta Av. Revolución							
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR	
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4	
HORA/MOVIMIENTO							
8:00-8:15	2	0	11	0	0	0	13
8:15-8:30	0	0	13	0	0	0	13
8:30-8:45	0	0	5	0	0	0	5
8:45-9:00	0	0	5	0	0	0	5
TOTAL	2	0	34	0	0	0	36
	5.56%	0.00%	94.44%	0.00%	0.00%	0.0%	100.00%

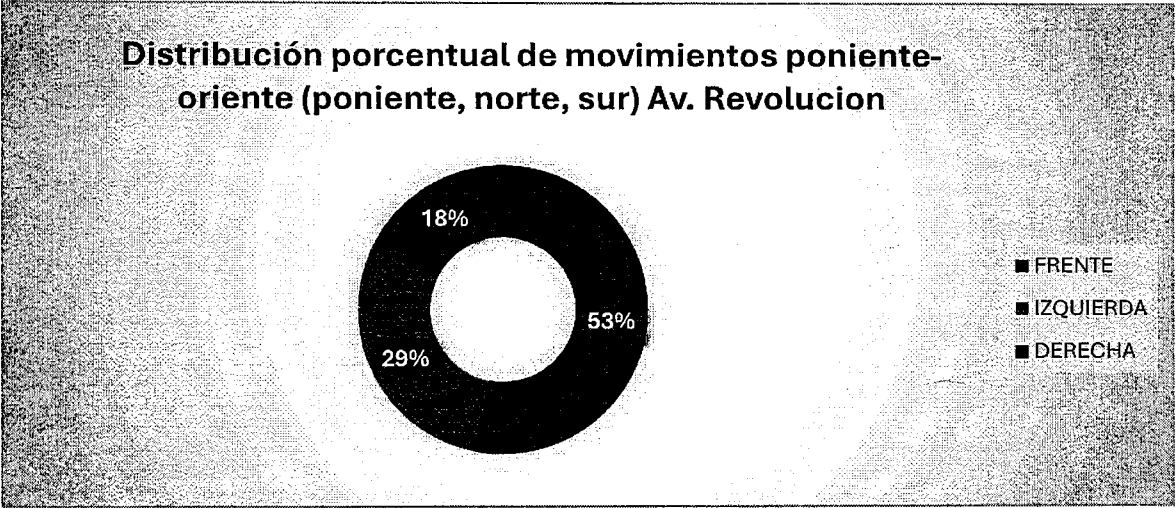
Movimiento 10 Glorieta Av. Revolución Sur: Resumen							
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL
NOMENCLATURA	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR	
	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4	
FRENTE	8	10	86	1	2	0	107
IZQUIERDA	5	2	49	1	1	0	58
DERECHA	2	0	34	0	0	0	36
TOTAL	15	12	169	2	3	0	201
	7.46%	5.97%	84.06%	1.00%	1.49%	0.0%	100.00%

Tabla 6 Aforo direccional en Av. Revolución Sur. Fuente: Elaboración propia (2025).

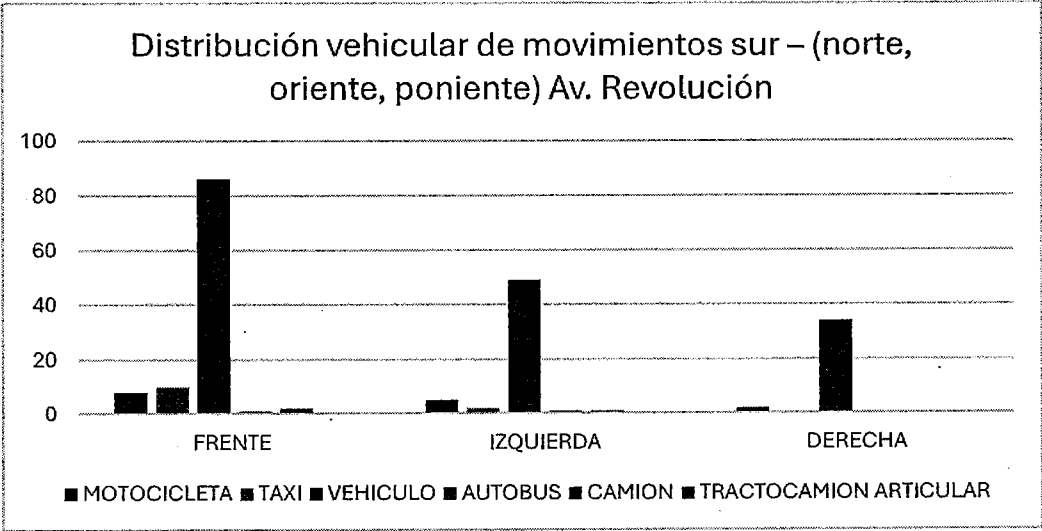
Los resultados del aforo direccional para el acceso Av. Revolución Sur se muestran en la Tabla 6, con su representación en la Gráfica 5 (porcentual) y la Gráfica 6 (por tipo de vehículo).

En síntesis, se registraron 201 vehículos durante la hora analizada. El movimiento de frente concentra 107 vehículos (53.23 %); el giro a la izquierda aporta 58 (28.86 %) y el giro a la derecha 36 (17.91 %). La composición vehicular está dominada por A2 (169 unidades, 84 %), seguida por 15 motocicletas (7.5 %) y 12 taxis (6 %); la presencia de autobuses y camiones (2 y 3 unidades, respectivamente) es marginal, sin tractocamiones. Estos resultados

muestran que el acceso opera principalmente como tránsito ligero urbano, con flujo dominante en avance recto.



Grafica 5 Distribución porcentual de movimientos (Sur–Norte) en Av. Revolución. Fuente: Elaboración propia (2025).



Grafica 6 Distribución vehicular por tipo de vehículo en movimientos (Sur–Norte) de Av. Revolución. Fuente: Elaboración propia (2025).

Las siguientes tablas corresponden al análisis direccional y su distribución en los

Movimiento 10 Glorieta Av. Revolución Norte							
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR	
NOMENCLATURA	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4	
HORA/MOVIMIENTO							
8:00-8:15	1	0	21	0	0	0	22
8:15-8:30	3	0	18	1	0	0	22
8:30-8:45	1	0	25	0	0	0	26
8:45-9:00	0	0	23	0	0	0	23
TOTAL	5	0	87	1	0	0	93
	5.38%	0.00%	93.55%	1.08%	0.00%	0.0%	

Movimiento 11 Glorieta Av. Revolución Norte							
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR	
NOMENCLATURA	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4	
HORA/MOVIMIENTO							
8:00-8:15	5	0	13	0	0	0	18
8:15-8:30	2	0	17	0	0	0	19
8:30-8:45	2	0	15	0	0	0	17
8:45-9:00	2	0	11	0	0	0	13
TOTAL	11	0	56	0	0	0	67
	16.42%	0.00%	83.58%	0.00%	0.00%	0.0%	

Movimiento 12 Glorieta Av. Revolución							
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR	
NOMENCLATURA	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4	
HORA/MOVIMIENTO							
8:00-8:15	10	0	53	0	0	0	63
8:15-8:30	7	0	50	0	0	0	57
8:30-8:45	4	0	45	0	0	0	49
8:45-9:00	16	0	42	0	0	0	58
TOTAL	37	0	190	0	0	0	227
	16.30%	0.00%	83.70%	0.00%	0.00%	0.0%	

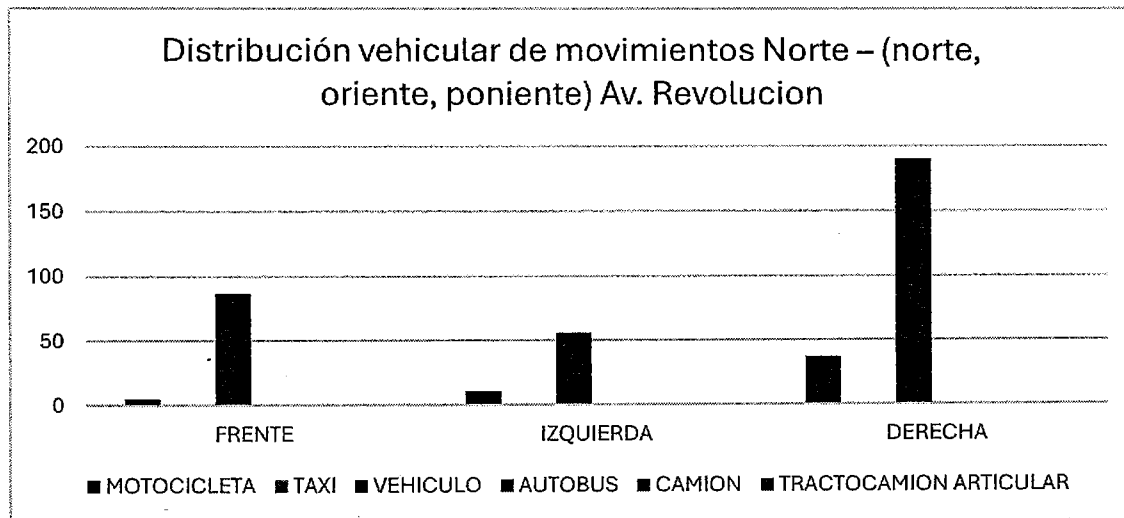
Movimiento 1 Glorieta Av. Álvaro Obregón Resumen							
CONFIGURACION	VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTOCICLETA	TAXI	VEHICULO	AUTOBUS	CAMION	TRACTOCAMION ARTICULAR	
NOMENCLATURA	M	Taxi	A2	B2-B3	C2-C3	T2-S1, T3-S2, T2-S1-R2, T3-S2-R4	
FRENTE	5	0	87	1	0	0	93
IZQUIERDA	11	0	56	0	0	0	67
DERECHA	37	0	190	0	0	0	227
TOTAL	53	0	333	1	0	0	387
	13.70%	0.00%	86.05%	0.26%	0.00%	0.0%	

Tabla 7 . Aforo direccional en Av. Revolución Norte. Fuente: Elaboración propia (2025).

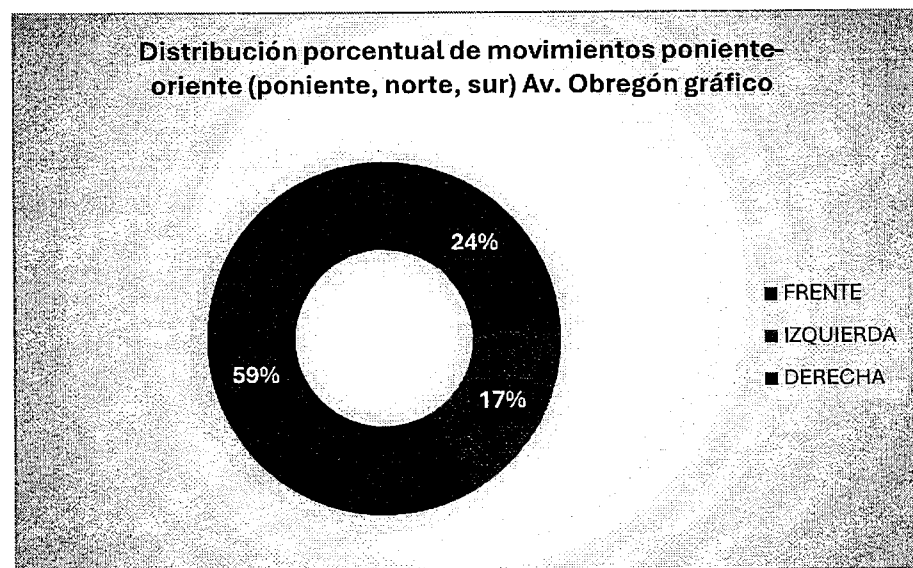
Los resultados del acceso Av. Revolución Norte se presentan en la Tabla 7, complementados por la Gráfica 7 (distribución porcentual) y la Gráfica 8 (distribución por tipo de vehículo).

En este acceso se registró un total de 387 vehículos en la hora analizada. El movimiento de giro a la derecha concentra el mayor volumen con 227 vehículos (58.66 %), seguido del movimiento de frente con 93 (24.03 %) y el giro a la izquierda con 67 (17.31 %). En cuanto a la composición, predomina A2 (333 vehículos, 86.05 %), con 53 motocicletas (13.70 %) y

1 autobús (0.26 %), sin registro de taxis ni vehículos pesados. La concentración del flujo en el giro a la derecha es un elemento operativo relevante para el diagnóstico y la definición de medidas de control y seguridad en el acceso.



Grafica 7 Distribución vehicular por tipo de vehículo en movimientos de Av. Revolución Norte. Fuente: Elaboración propia (2025).



Grafica 8 Distribución porcentual de movimientos en Av. Revolución Norte. Fuente: Elaboración propia (2025).

6.3.2 Aforo peatonal

Seguidamente, una vez concluido el aforo vehicular, se efectuó el aforo peatonal en el intervalo de 9:30 a 10:30 horas. Para el registro se utilizó el formato institucional mostrado en la Ilustración 35, en el cual se asentó un conteo nulo (0 peatones) durante el periodo observado. No obstante, aun cuando no se registró tránsito peatonal en ese horario, resulta indispensable contar con señalización horizontal y cruces peatonales debidamente delimitados, a fin de prevenir posibles incidentes y garantizar condiciones de seguridad vial adecuadas para los usuarios no motorizados.

El formulario es un documento de registro institucional. En la parte superior, se encuentran los logos de IMOVEQROO y el Gobierno del Estado de Quintana Roo, junto con el título 'INSTITUTO DE MOVILIDAD DEL ESTADO DE QUINTANA ROO' y 'AFORO PEATONAL MANUAL'. El formulario está dividido en varias secciones: una para datos generales (Proyecto, Ubicación, Adjunto Responsable, Entrar Calle, Vecindario, Tercera Seal, Discriminación Vehicular, Calle, Fecha, Hora, Tipo de Peatón, Tercera Seal, Discriminación Vehicular) y una gran cuadrícula para el registro de datos. La cuadrícula tiene 10 columnas y 100 filas. Las primeras 10 filas están encabezadas por los días de la semana (Domingo, Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado, Domingo, Lunes, Martes). Las siguientes 90 filas están encabezadas por los meses del año (Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre). Las últimas 10 filas están encabezadas por los meses del año (Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre). La cuadrícula está diseñada para registrar el conteo de peatones por día y hora.

Ilustración 35 Formato institucional utilizado para el registro del aforo peatonal (periodo 9:30–10:30 h). Fuente: IMOVEQROO.

6.4 Propuesta de rediseño optimizado

6.4.1 Generalidades

10.X Criterios normativos generales para la definición de banquetas, guarniciones, rampas y cruces peatonales

Antes de plantear las soluciones específicas en cada tramo de la intersección Av. Álvaro Obregón – Av. Revolución, fue necesario realizar una revisión detallada del marco normativo aplicable, con el objetivo de que todas las propuestas geométricas, peatonales y de señalización estuvieran plenamente alineadas con la NOM-004-SEDATU-2023 y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. A partir de este análisis se definieron los criterios generales para la selección del tipo de vía, el dimensionamiento de banquetas, la configuración de guarniciones, el diseño de rampas accesibles y la elección del tipo de cruce peatonal más adecuado en cada caso.

A continuación, se describen las principales consideraciones normativas que guiaron el diseño de los elementos de la intersección.

Tipo de vía

En primer lugar, fue necesario determinar la categoría funcional de las vialidades que confluyen en la glorieta. De acuerdo con la NOM-004-SEDATU-2023 (pág. 32), se revisó el numeral 5.6.1.2, donde se define la vía principal como aquella cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular entre diferentes zonas del asentamiento humano, generalmente con control mediante semáforos, pudiendo contar con carriles exclusivos para vehículos no motorizados y/o transporte público, con uno o dos sentidos de circulación y con o sin faja separadora.

Al contrastar esta definición con las características operacionales y geométricas de la Av. Álvaro Obregón y la Av. Revolución en el entorno de la glorieta —volúmenes de tránsito, función estructurante dentro de la red vial, presencia de múltiples movimientos y conexión con zonas urbanas consolidadas— se concluyó que ambas deben considerarse vías principales.

Esta clasificación se apoyó en los rangos establecidos en la Tabla 5 “Características operacionales y geométricas de las vías principales” de la NOM-004-SEDATU-2023, y resultó fundamental para definir, entre otros aspectos:

- Los anchos mínimos de banqueta (4,00 m donde la geometría lo permite).
- La longitud mínima de los cruces peatonales (M-7 de 6,00 m en calles primarias, conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022).
- El uso de fajas separadoras e islas para canalización de flujos y refugio peatonal.

Banquetas: definición, componentes y secciones mínimas

Para el diseño de las banquetas se tomó como referencia el apartado 8.1.1 Acera o banqueta de la NOM-004-SEDATU-2023, donde se establece que la banqueta es una franja longitudinal destinada a la circulación y estancia de personas peatones, así como al alojamiento de infraestructura, servicios, mobiliario urbano y vegetación. Generalmente está pavimentada, elevada respecto al arroyo vial y delimitada por éste y los linderos de los predios.

La norma señala que la banqueta se compone de distintas franjas funcionales, que fueron la base para estructurar el diseño en cada tramo:

- Franja de guarnición:
Elemento longitudinal que separa el área peatonal de la calzada. La NOM-004-SEDATU-2023 indica que la altura de la guarnición debe estar entre 0,15 m y 0,18 m respecto al nivel del arroyo vial. En zonas con rampas peatonales, accesos vehiculares o ciclovías, este peralte debe reducirse hasta un máximo de 0,01 m, para garantizar la continuidad de la ruta accesible.
- Franja de mobiliario o vegetación:
Espacio destinado a mobiliario urbano, señalización, vegetación y otros elementos de infraestructura. Para proyectos nuevos y rediseños, la norma establece que esta franja debe suspenderse 7,50 m antes de las esquinas, de modo que en ese tramo sólo se permita la colocación de señalización vial, nomenclatura o elementos de protección

peatonal. En banquetas menores a 1,50 m con franja de estacionamiento adyacente, la NOM-004 indica que deben considerarse las cuatro franjas de la Tabla 38, priorizando la continuidad de la circulación peatonal y la conservación de árboles existentes.

- Franja de circulación peatonal: Espacio destinado exclusivamente al desplazamiento de las personas. Cuando la franja de circulación sea compartida o adyacente a la franja vehicular al mismo nivel, la norma exige diferenciar el límite de la acera mediante un cambio de textura, con un ancho mínimo de 0,30 m, color de contraste y, en su caso, alineamiento de elementos de protección (por ejemplo, bolardos). En circulaciones con desniveles laterales superiores a 0,40 m (hacia cuerpos de agua, drenajes, etc.), se requiere protección lateral (barandal o muro) de al menos 0,90 m de altura.
- Franja de fachada: Espacio de amortiguamiento entre la franja de circulación y el paramento de las edificaciones, que permite la permanencia momentánea del peatón. Su dimensión se ajusta a la actividad de la calle: en vialidades con vocación comercial intensa se requiere mayor espacio para operar adecuadamente.

A partir de esta estructura, se revisó la Tabla 38 “Secciones mínimas de las franjas que integran la banqueta” de la NOM-004-SEDATU-2023, lo que permitió definir, tramo por tramo, los anchos mínimos de cada franja y justificar cuándo se podía alcanzar el estándar de 4,00 m de banqueta y cuándo era necesario ajustar al mínimo normativo de 1,80 m, siempre garantizando una franja de circulación peatonal continua.

Guarniciones: función, dimensiones y criterio de intervención

Las guarniciones se analizaron a partir de su definición en la NOM-004-SEDATU-2023 como el elemento longitudinal que separa la circulación peatonal del área vehicular, con alturas normativas entre 0,15 m y 0,18 m. La norma también indica que, en rampas

peatonales, accesos vehiculares y ciclovías, el peralte debe disminuirse hasta un máximo de 0,01 m, asegurando la accesibilidad.

Durante el levantamiento en campo en las vialidades que conforman la intersección se verificó que, en general, las guarniciones existentes se encuentran dentro de los rangos de altura establecidos, tanto en tramos rectos como en accesos a predios. Por ello, se consideró que no era necesario un rediseño geométrico completo de las guarniciones, sino más bien una intervención de rehabilitación, consistente en:

- Reparación de tramos con despostillamientos, fisuras y pérdida de aristas.
- Reposición de pintura de demarcación desvanecida o inexistente.
- Ajustes puntuales donde fuera necesario reducir peraltes para incorporar rampas accesibles.

De este modo, las guarniciones se conservan como estructura base, pero se restituyen sus condiciones funcionales y de visibilidad, manteniendo el cumplimiento normativo.

Rampas en intersecciones y tramos intermedios

Para definir el tipo de rampa adecuado en cada cruce se revisó el apartado 8.1.1.1 “Rampas en intersecciones” de la NOM-004-SEDATU-2023, que establece que la transición entre acera y cruce peatonal debe resolver la diferencia de nivel mediante rampas con pendiente máxima del 5 % para peraltes de hasta 0,18 m. Además, la norma indica que:

- Las rampas de ambos lados de la intersección deben estar alineadas entre sí y libres de obstáculos.
- La superficie debe ser antideslizante, sin requerir pasamanos en estos casos.
- Las guarniciones interrumpidas por las rampas deben rematarse con bordes boleados, evitando aristas vivas.

Dentro de este mismo apartado se analizó el catálogo de rampas:

- Rampas en abanico:
De forma rectangular, abarcan el ancho de la franja de circulación peatonal, con pendiente máxima del 5 % y área de aproximación con pendiente máxima del 2 %

hacia el arroyo vial. La dimensión de la rampa debe coincidir con la del cruce peatonal.

- Rampas con alabeo:
Combinan una rampa recta central (pendiente máxima del 5 %) con rampas laterales triangulares (hasta 8 %). Se utilizan cuando existen obstáculos como mobiliario, postes o áreas ajardinadas. El área de aproximación se ubica a nivel de acera antes de la rampa y se deben respetar distancias libres a partir del vértice de la rampa lateral.
- Rampas rectas, variantes 1 y 2:
 - Variante 1: rampa rectangular con área de aproximación a nivel de acera, ancho mínimo de 1,50 m y pendiente máxima del 5 %. El ancho de la rampa debe coincidir con el ancho de la marca de cruce peatonal (M-7) y estar alineada con la rampa de enfrente. Los lados deben estar confinados para evitar circulación perpendicular.
 - Variante 2: dos rampas rectas que abarcan la franja de circulación peatonal, con pendiente máxima del 5 % y área de aproximación a nivel del arroyo vial con pendiente máxima del 2 %. Se utiliza cuando existe un cruce peatonal intermedio y el ancho de la acera es menor a 4,00 m.

También se consideró el apartado 8.1.1.2 “Rampas en tramos intermedios”, que regula las pendientes y longitudes máximas cuando se deben salvar desniveles longitudinales continuos, así como la necesidad de descansos, pasamanos y pavimento táctil en rampas más largas.

El análisis de estas tipologías fue clave para decidir, en cada tramo, si se aplicaba Variante 1, Variante 2 u otro tipo de rampa, en función del ancho disponible de acera, la existencia de fajas separadoras y la necesidad de mantener la ruta accesible.

Cruces peatonales y cruces en fajas separadoras e islas

Finalmente, para la definición de los cruces se revisó el apartado 8.1.2 “Cruce peatonal” de la NOM-004-SEDATU-2023. La norma define el cruce peatonal como la zona de circulación sobre el arroyo vial, que puede ubicarse en esquinas, zonas escolares o tramos intermedios,

dependiendo de las necesidades de movilidad y de la longitud de las cuadras. El ancho mínimo del cruce se toma de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y, cuando el flujo peatonal supera la capacidad, debe ampliarse con base en estudios de ingeniería de tránsito.

Dentro de este apartado se analizaron tres tipos de cruce especialmente relevantes para la intersección en estudio:

1. Cruce peatonal a nivel de acera (8.1.2.1):

Se aplica cuando se instala un reductor de velocidad tipo trapecial o meseta en vías de hasta 50 km/h, de modo que el cruce se realiza al mismo nivel que la banqueta. La plataforma del reductor debe tener un ancho igual o mayor al del cruce peatonal, y la superficie debe ser antideslizante, uniforme y libre de obstáculos. Este criterio fue utilizado en el tramo donde se propuso un reductor trapecial con cruce a nivel de acera.

2. Cruce peatonal en fajas separadoras e islas (8.1.2.2):

Se emplea cuando las personas deben cruzar más de cuatro carriles, existe carril en contraflujo o se requiere un refugio peatonal intermedio. La norma indica que es conveniente habilitar áreas de resguardo en fajas separadoras o islas, para reducir la distancia de cruce y mejorar la visibilidad.

Además, se definen tres variantes:

- Variante 1: para fajas entre 1,50 m y 5,00 m de ancho, donde la franja de circulación peatonal se sitúa a nivel del arroyo vial y con el mismo ancho que las marcas de cruce. Si el camellón mide menos de 2,00 m, se recomienda una franja de bolardos alineada al centro y pavimento táctil en toda la superficie; si es mayor a 2,00 m, se colocan dos franjas de bolardos alineadas a las franjas táctiles adyacentes a las guarniciones.
- Variante 2: para fajas de 2,00 a 5,00 m de ancho con sendero o área de transferencia, donde se incorpora una rampa longitudinal manteniendo el ancho del cruce.

- Variante 3: para fajas mayores a 5,00 m, donde la franja peatonal queda a nivel de acera y se utilizan rampas rectas en los extremos con pendientes máximas del 5 %.
3. Dimensión del cruce (M-7) según clasificación de la vía:
La NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 establece que la longitud mínima de la M-7 debe corresponder a la clase de la calle. En el caso de las vías primarias, se consideró un ancho mínimo de 6,00 m para los cruces peatonales, lo que se utilizó como criterio general en la intersección.

En conjunto, el análisis de estos apartados normativos me permitió definir un “catálogo de soluciones” (tipo de banqueta, tipo de rampa, tipo de cruce, necesidad de isla o faja separadora, uso de bolardos DD-10, etc.) y, a partir de él, escoger para cada tramo de la glorieta la alternativa más adecuada. De esta manera, el diseño geométrico y peatonal de la intersección no responde únicamente a criterios empíricos, sino a una aplicación sistemática de la normativa vigente en materia de movilidad y seguridad vial.



6.5 Tramo 1: Av. Álvaro Obregón Oriente

6.5.1 Banquetas y accesibilidad peatonal

En la banqueta sur de la Av. Álvaro Obregón Oriente se verificó que la sección existente presenta un ancho superior al mínimo normativo establecido para vías principales en la NOM-004-SEDATU-2023, de acuerdo con la Tabla 5 “Características operacionales y geométricas de las vías principales” de la misma norma, la cual fija un ancho mínimo de banqueta de 4,00 m para este tipo de vialidades. En función de ello, se consideró adecuada la sección actual y se optó por conservarla, limitando la intervención a trabajos de rehabilitación puntual en los tramos con mayor deterioro del pavimento peatonal y en las zonas donde la vegetación invadía la trayectoria de circulación. La sección propuesta de conservación y rehabilitación de la banqueta sur se ilustra en la Ilustración 36.

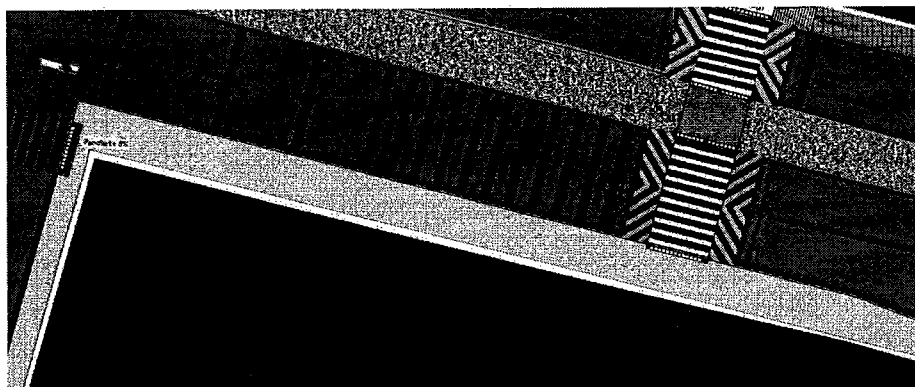


Ilustración 36 Esquema de sección propuesta en la banqueta sur de la Av. Álvaro Obregón Oriente, conservando un ancho superior al mínimo de 4,00 m para vías principales. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-004-SEDATU-2023.

No obstante, en la esquina de conexión con la Av. Revolución Sur, donde la banqueta se estrecha de manera considerable, se propone extender la sección de banqueta hasta alcanzar un ancho libre de 1,80 m en la franja de circulación peatonal. Este valor se sustenta en la Tabla 38 “Secciones mínimas de las franjas que integran la banqueta” de la propia NOM-004-SEDATU-2023, en la que se establece que la franja peatonal [a] no es inferior a 1,80 m, incluso en las secciones de acera más reducidas. En consecuencia, 1,80 m se adopta como dimensión mínima funcional del recorrido peatonal continuo. Adicionalmente, debido a la diferencia de niveles existente en esta esquina, se incorpora una rampa peatonal de transición, diseñada conforme a los criterios de pendientes máximas, anchos mínimos y longitud de

desarrollo previstos en la norma, con el fin de garantizar una conexión accesible y segura entre calzada y banqueta. Esta propuesta de ampliación y rampa de transición se muestra en la Ilustración 37.

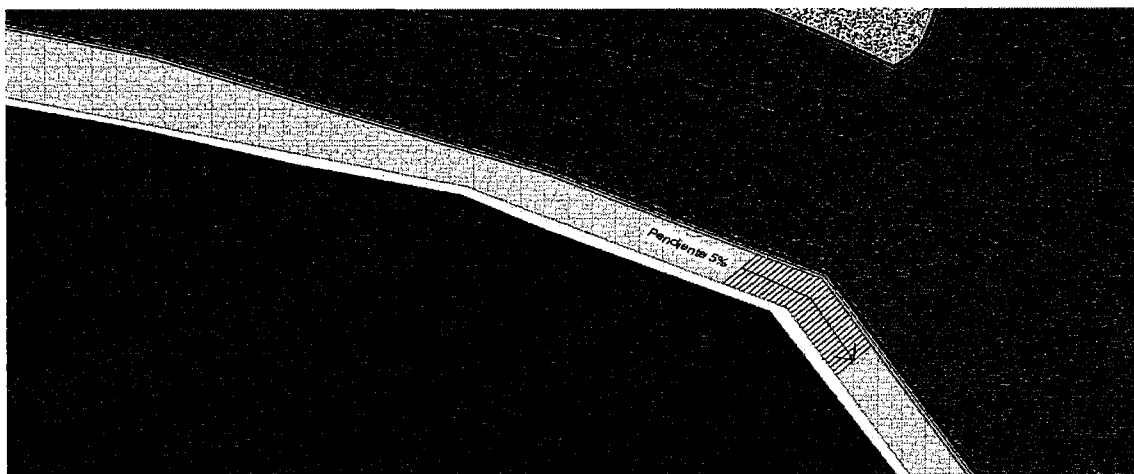


Ilustración 37 Propuesta de ampliación de banqueta sur hasta 1,80 m de ancho libre e incorporación de rampa peatonal de transición en la esquina con Av. Revolución Sur. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-004-SEDATU-2023.

En la banqueta norte del mismo tramo se había identificado, durante la inspección visual, la ausencia de infraestructura peatonal formal, lo que obligaba a los peatones a circular directamente sobre la calzada. Para corregir esta condición, se proyecta la construcción de una nueva banqueta con ancho libre mínimo de 1,80 m en la franja de circulación, aplicando el mismo criterio normativo mencionado anteriormente. La ampliación se limita a dicho valor con el objetivo de no comprometer la sección de la calzada ni el radio de giro operativo requerido para los movimientos vehiculares desde y hacia la Av. Revolución, particularmente para vehículos de mayor tamaño. De este modo, se logra un equilibrio entre la protección del peatón y la operatividad de los giros, evitando maniobras invasivas sobre carriles contiguos o trayectorias conflictivas. El trazo propuesto de la nueva banqueta norte y su relación con el radio de giro se presenta en la Ilustración 38.

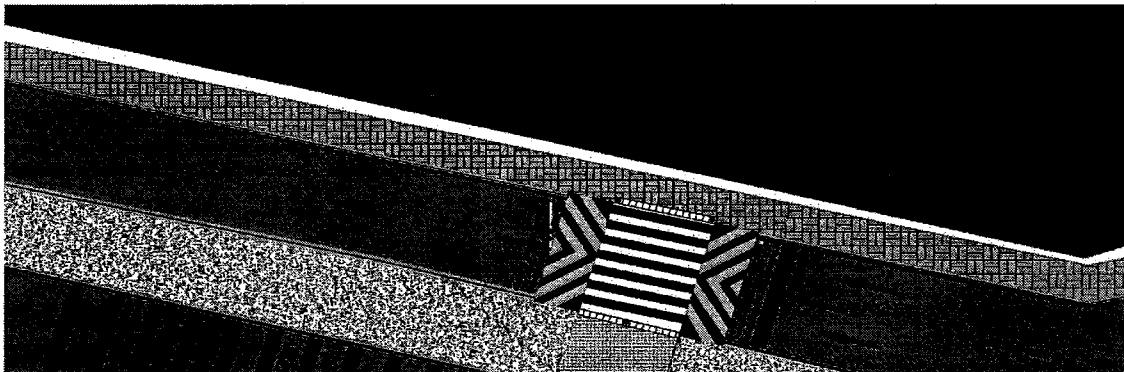


Ilustración 38 Trazado propuesto de nueva banqueta norte con ancho libre mínimo de 1,80 m, considerando el radio de giro operativo en la intersección Av. Álvaro Obregón – Av. Revolución. Fuente: Elaboración propia.

Ambas banquetas norte y sur se integran funcionalmente como parte de un itinerario peatonal continuo que conecta con un cruce central a través de la faja separadora, permitiendo que los usuarios crucen de manera ordenada y segura entre los lados opuestos de la Av. Álvaro Obregón Oriente. Esta configuración fortalece la accesibilidad en el tramo y contribuye a estructurar un recorrido peatonal claro, legible y protegido en el entorno inmediato de la intersección.

6.5.2 Cruces peatonales

En el tramo poniente de la Av. Álvaro Obregón, previo al acceso poniente de la glorieta, se proyecta un cruce peatonal a nivel de acera que conecta la banqueta sur —que cumple con el ancho mínimo de 4,00 m establecido para vías principales en la Tabla 5 “Características operacionales y geométricas de las vías principales” de la NOM-004-SEDATU-2023— con la banqueta norte, ajustada a un ancho libre de 1,80 m debido a las restricciones geométricas asociadas al radio de giro y a la presencia de la isla canalizadora.

El cruce se traza prácticamente perpendicular al eje de la avenida y atraviesa la isla canalizadora que separa los movimientos de entrada y salida de la glorieta. La geometría de dicha isla se conserva y adecua conforme a los lineamientos de islas deflectoras establecidos en la NOM-004-SEDATU-2023 para accesos a glorietas, de manera que la sección transversal de la avenida y las dimensiones de la isla resultan aptas para alojar un refugio peatonal intermedio y resolver el cruce a nivel de acera en condiciones de seguridad. El tratamiento detallado de la faja separadora y de la isla canalizadora se desarrolla en un subapartado específico de este capítulo. La configuración en planta del cruce, la conexión

entre banquetas, la isla canalizadora y la ubicación del reductor tipo trapecial se muestran en la Ilustración 39.

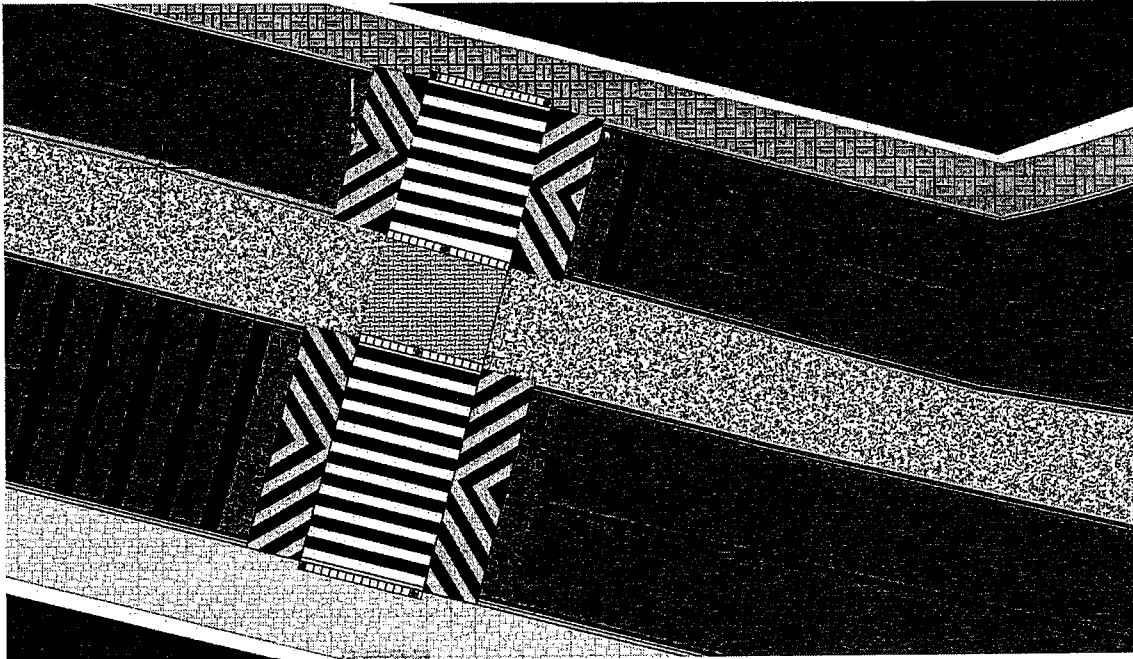


Ilustración 39 Esquema en planta del cruce peatonal a nivel de acera en Av. Álvaro Obregón Oriente, mostrando conexión entre banquetas, isla canalizadora y ubicación del reductor tipo trapecial. Fuente: Elaboración propia.

a) Tipo de cruce y reductor de velocidad

En cumplimiento del numeral 8.1.2.1 de la NOM-004-SEDATU-2023, el cruce peatonal se resuelve a nivel de acera mediante un reductor de velocidad tipo trapecial, con el propósito de moderar la velocidad de aproximación y otorgar prioridad al tránsito peatonal en el punto de cruce. La norma señala que, en vías urbanas con velocidades de operación iguales o menores a 50 km/h, los cruces peatonales pueden apoyarse en dispositivos físicos de reducción de velocidad que eleven el arroyo vial respecto a su rasante original.

Por su parte, la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, en el numeral 7.10.1 “Reductor de velocidad tipo sinusoidal, trapecial y circular”, establece que el reductor de velocidad tipo trapecial se utiliza en calles, excepto en vías de circulación continua, cuando existe un cruce peatonal o ciclista, de manera que dicho cruce se realice sobre una plataforma plana a nivel elevado. Las dimensiones básicas del dispositivo (longitudes de rampa y plataforma, altura

y longitud total) se definen en la tabla de dimensiones de reductores de velocidad tipo trapecial para distintas velocidades de diseño.

Con base en estos criterios, el reductor de velocidad tipo trapecial asociado al cruce peatonal se diseña con las siguientes características principales:

- **Tipo de dispositivo:** reductor de velocidad tipo trapecial (RV), conforme a la clasificación establecida para reductores de velocidad en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.
- **Velocidad de diseño:** 40 km/h para el tramo de aproximación al cruce, coherente con el entorno urbano y con la necesidad de reducir la velocidad antes del acceso a la glorieta.
- **Longitud de plataforma plana (LD):** 4,60 m, tomada de la tabla de dimensiones del reductor de velocidad tipo trapecial para velocidad de 40 km/h, valor que define la longitud de la sección elevada sobre la cual se localiza el cruce peatonal y las marcas M-20.
- **Longitud de rampas (LR):** 2,00 m en cada extremo, de acuerdo con la misma tabla de diseño para reductores de velocidad trapeciales, lo que proporciona una transición progresiva entre la rasante original de la calzada y la plataforma elevada.
- **Altura del dispositivo:** 0,12 m, suficiente para inducir una reducción efectiva de la velocidad sin generar incomodidad excesiva ni riesgo de pérdida de control del vehículo.
- **Longitud total del reductor (LT):** 8,60 m (suma de rampas y plataforma), consistente con las dimensiones indicadas para el reductor trapecial a 40 km/h.
- **Pendiente de rampas:** aproximadamente 6 %, derivada de la relación entre la altura (0,12 m) y la longitud de rampa (2,00 m), dentro de los valores admitidos para dispositivos de este tipo en zonas urbanas.

- **Ancho funcional del cruce peatonal:** 4,60 m, coincidente con la longitud de la plataforma plana (LD) del reductor de velocidad tipo trapecial, de manera que **todo el cruce peatonal se ubica íntegramente sobre la superficie elevada del dispositivo**. Dentro de este ancho total se garantiza una **franja de circulación peatonal continua no menor a 1,80 m**, en concordancia con la franja mínima de circulación peatonal establecida en la Tabla 38 “Secciones mínimas de las franjas que integran la banqueteta” de la NOM-004-SEDATU-2023, asegurando la continuidad de la ruta accesible entre ambas banquetetas.
- **Integración con la isla canalizadora:** el reductor de velocidad se extiende de banqueteta a banqueteta, incluyendo la superficie de la isla, de manera que el **refugio peatonal intermedio** y los carriles de circulación quedan a nivel de acera en la zona de cruce, en coherencia con los criterios de cruces peatonales a nivel de acera establecidos en la NOM-004-SEDATU-2023.

El esquema geométrico del reductor tipo trapecial y su relación con el cruce a nivel de acera se presenta en la Ilustración 40.

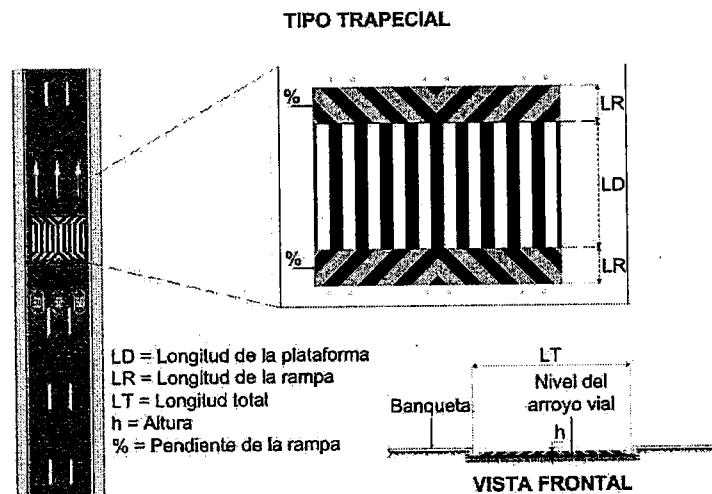


Ilustración 40 Geometría propuesta del reductor de velocidad tipo trapecial asociado al cruce peatonal a nivel de acera. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

b) Señalización horizontal del cruce

Sobre la plataforma elevada del **reductor de velocidad tipo trapecial** se dispone la señalización horizontal conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y al Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, de la siguiente manera:

Raya para cruce de peatones (M-7)

El cruce peatonal se delimita mediante la marca M-7, destinada a señalar las áreas de paso peatonal en intersecciones. Esta marca es de color blanco reflejante y se compone de franjas de aproximadamente 0,40 m de ancho separadas 0,40 m entre sí, paralelas a la trayectoria de los vehículos.

En el diseño propuesto, la M-7 se ubica **íntegramente sobre la plataforma plana del reductor tipo trapecial (LD = 4,60 m)**, de modo que todo el cruce peatonal se desarrolla sobre la superficie elevada, garantizando una mejor visibilidad y una mayor seguridad para los peatones. La longitud de las franjas se dimensiona de forma que cubran todo el ancho funcional del cruce, sin ser inferior al ancho efectivo de las banquetas que conecta.

Raya de alto (M-6)

En cada sentido de circulación se traza una raya de alto continua (M-6), de color blanco reflejante y 0,60 m de ancho, ubicada entre 1,20 m y 5,00 m antes del cruce peatonal, conforme a las especificaciones de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 para la marca de alto. Esta raya define el punto donde los vehículos deben detenerse antes de invadir el área destinada al paso peatonal.

- En el sentido poniente–oriente, se emplea una sola raya M-6, ubicada inmediatamente antes del reductor, lo cual resulta suficiente dado que la aproximación tiene menor longitud y complejidad geométrica.
- En el sentido oriente–poniente, además de la raya M-6 previa al cruce, la aproximación se refuerza con un tratamiento más intenso de marcas asociadas al reductor para inducir una reducción progresiva de la velocidad, debido a que en este tramo los vehículos alcanzan mayores velocidades antes de aproximarse a la glorieta.

Marcas para identificar el reductor de velocidad (M-20.1) y señalización asociada. De conformidad con el numeral 7.10 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, los reductores de velocidad se complementan con marcas horizontales específicas (M-20) y dispositivos de advertencia. En este proyecto se utiliza la marca M-20.1 “Marcas para reductor de velocidad tipo trapezoidal”, aplicada sobre la sección de rampas (LR) del reductor de velocidad tipo trapecial, principalmente en la aproximación oriente-poniente, con el objetivo de reforzar visualmente la presencia del dispositivo y enfatizar la necesidad de disminuir la velocidad antes de llegar al cruce peatonal y al acceso de la glorieta. La M-20.1 se dispone como una sucesión de franjas oblicuas en la zona de aproximación, trabajando en conjunto con la raya de alto (M-6) y las señales verticales preventivas y restrictivas (SP-41 “REDUCTOR DE VELOCIDAD” y SR-9 “VELOCIDAD”) para mejorar la percepción del reductor y del cruce por parte de los conductores.

La disposición general de las marcas (M-7, M-6 y M-20.1) y su ubicación respecto al reductor se resume en la Ilustración 41.

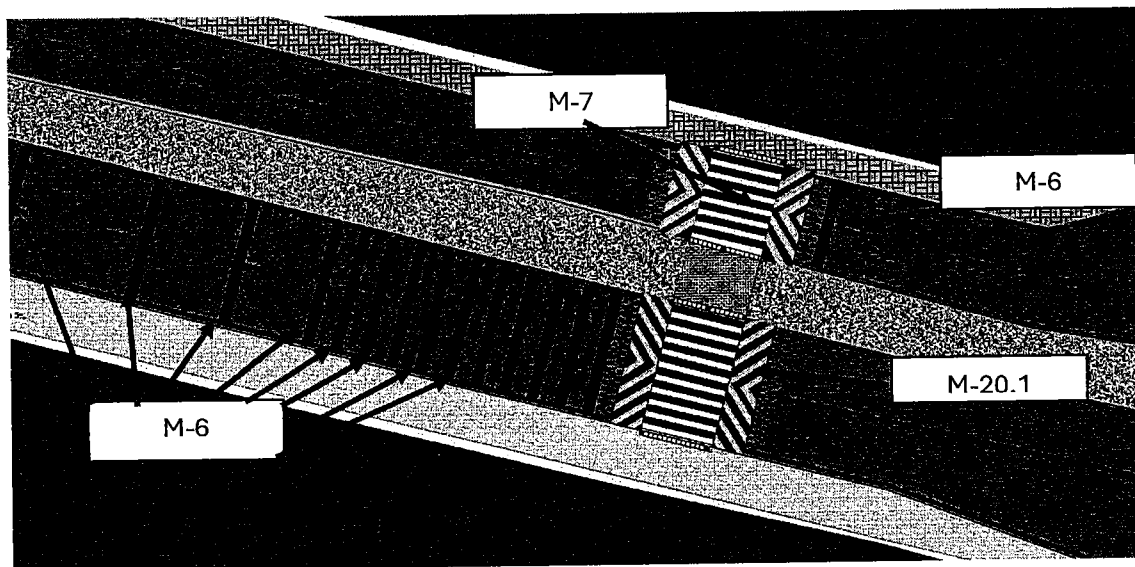


Ilustración 41 Ubicación y disposición general de la señalización horizontal del cruce (M-7, M-6 y M-20.1) sobre el reductor tipo trapecial. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

c) Pavimento táctil

En cumplimiento de los lineamientos de accesibilidad establecidos en la NOM-004-SEDATU-2023 para cruces peatonales accesibles, la solución a nivel de acera incorpora exclusivamente pavimento táctil de advertencia en los puntos clave del cruce, coordinado con las rampas, la plataforma elevada y el refugio peatonal en la isla.

Las características físicas de este pavimento táctil se toman de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 9.8.3.1 “Pavimento táctil de advertencia”, que define módulos con patrón de conos truncados, su textura y su función de alertar a las personas con discapacidad visual sobre la presencia de una zona de riesgo o cambio de condición en el entorno.

En el cruce propuesto se adoptan los siguientes elementos:

- Franja táctil de advertencia en banquetas:
En la parte superior de cada rampa peatonal —tanto en la banqueta sur como en la banqueta norte— se dispone una franja transversal de pavimento táctil de advertencia, a todo lo ancho del cruce peatonal. Esta franja marca el inicio de la zona de conflicto con el tránsito vehicular y permite que las personas con discapacidad visual identifiquen que están ingresando a un cruce a nivel de acera.
- Franja táctil de advertencia en el refugio de la isla:
Sobre la superficie del refugio peatonal en la isla canalizadora se incorpora un panel rectangular de pavimento táctil de advertencia, alineado con el eje del cruce. Este elemento señala el área segura de permanencia intermedia y ayuda a reconocer, mediante textura, el espacio destinado al resguardo mientras se realiza el cruce en dos etapas.

Con esta configuración, el pavimento táctil de advertencia cumple una doble función: por un lado, advierte sobre la proximidad del arroyo vehicular elevado y, por otro, delimita el refugio peatonal en la isla, asegurando la continuidad de la ruta accesible definida por la NOM-004-SEDATU-2023 en cruces peatonales a nivel de acera.

La ubicación de las franjas/paneles táctiles de advertencia en rampas y refugio se presenta en la Ilustración 42.

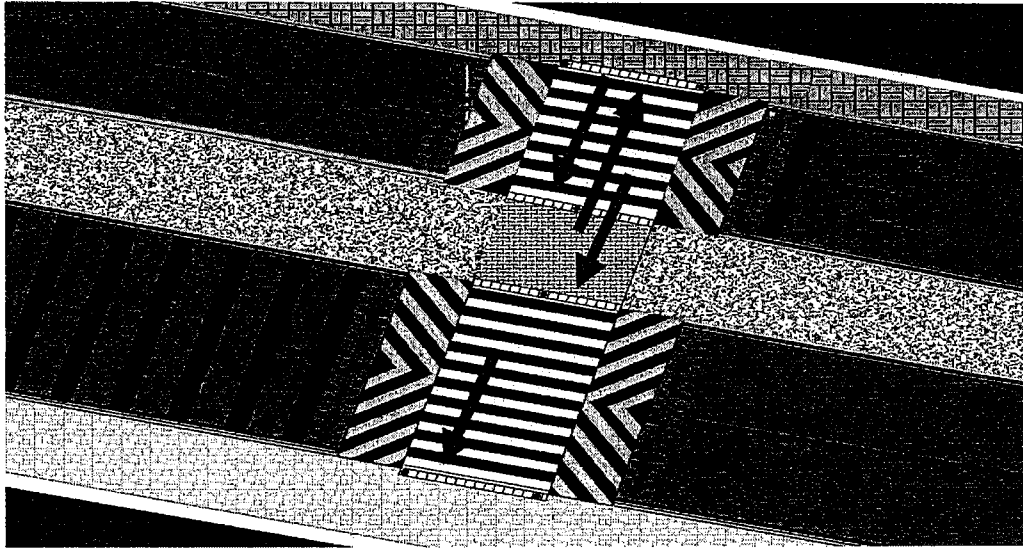


Ilustración 42 Disposición propuesta de pavimento táctil de advertencia en el cruce peatonal a nivel de acera: franjas en rampas y panel en refugio de isla canalizadora. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

d) Elementos de protección y dispositivos diversos

Para proteger la **franja peatonal** en los puntos donde se reduce el peralte de la guarnición y el arroyo vial se eleva a nivel de acera, se incorporan **dispositivos diversos** en cumplimiento del **numeral 8.1.1.5 de la NOM-004-SEDATU-2023**, que establece la necesidad de evitar la invasión del espacio peatonal por vehículos motorizados mediante **elementos de protección física** en cruces peatonales elevados, como el que se propone en este proyecto. En este contexto, los principales **elementos proyectados** son:

- **Bolardos** (DD-10):
Se instalan bolardos fijos clasificados como dispositivos diversos DD-10, conforme a lo especificado en el numeral 7.8.5 “Dispositivos diversos (DD)” de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que los define como elementos de protección utilizados en zonas de alto tránsito peatonal para evitar que los vehículos invadan las áreas destinadas para el paso peatonal. Los bolardos se colocan en el borde exterior de la franja peatonal en ambas banquetas, flanqueando las rampas y alineados con el refugio de la isla canalizadora.

La separación entre bolardos se mantiene en un intervalo de 1,50 m a 1,80 m, suficiente para permitir el paso libre de personas y sillas de ruedas, pero insuficiente para el acceso de vehículos motorizados, lo que impide la invasión del espacio peatonal. El acabado superficial de los bolardos se especifica en color gris mate, en concordancia con los criterios cromáticos establecidos para dispositivos diversos en el numeral 7.8.5.2 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

- **Botones reflejantes (tipo B):**

En las aproximaciones vehiculares al reductor de velocidad tipo trapecial, se disponen botones reflejantes tipo B sobre el pavimento, colocados en líneas paralelas al eje de cada carril, como complemento a los dispositivos reductores de velocidad y a las marcas M-20 (para la identificación del reductor de velocidad). La NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, en el numeral 7.10.4 “Dispositivos de advertencia y control de velocidad”, establece que los botones reflejantes deben ser instalados en los accesos de los reductores de velocidad para mejorar la visibilidad nocturna y bajo condiciones de lluvia, como parte de las medidas de seguridad vial.

Los botones tipo B cumplen con esta función, siendo dispositivos retrorreflectantes ubicados estratégicamente en las aproximaciones a la plataforma elevada del cruce, para garantizar la visibilidad de los conductores que se aproximan a la intersección y al reductor de velocidad.

El detalle de la disposición de bolardos y botones reflejantes en la zona de cruce se muestra en la Ilustración 43

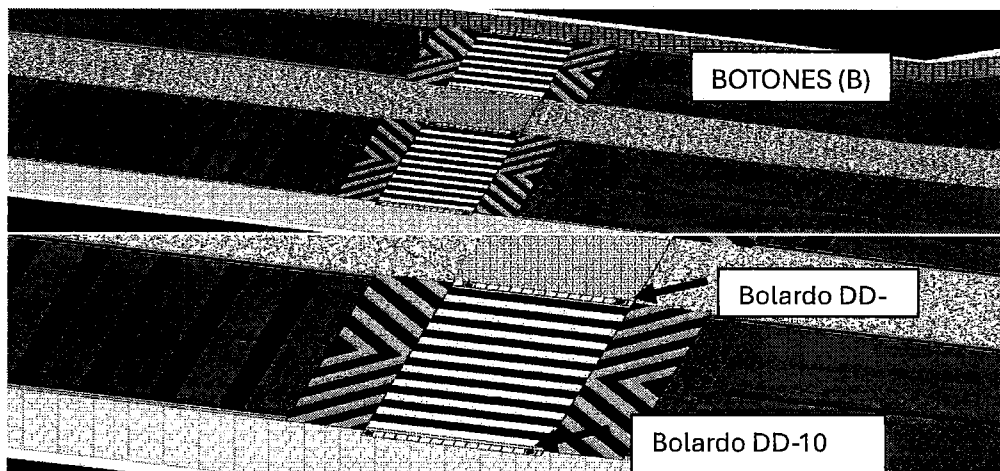


Ilustración 43 Detalle de elementos de protección en el cruce: disposición de bolardos (DD-10) y botones reflejantes tipo B en aproximaciones al reductor. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

6.5.3 Señalización horizontal en la vía

Para el sentido oriente-poniente, que es el tramo que ingresa a la glorieta, se adaptan varias marcas horizontales conforme a lo estipulado en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización, con el objetivo de guiar correctamente a los vehículos y garantizar la seguridad vial.

1. En el primer tramo, antes de llegar al cruce peatonal, se establece una línea discontinua (M-2) que separa los carriles de circulación, en concordancia con lo indicado en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 6.2.2 “Señalización de carriles”, que señala que las líneas discontinuas deben tener una longitud de 2,50 m y una separación de 5,00 m entre cada trazo en vías con velocidades superiores a 50 km/h. Esto se justifica para mejorar la percepción visual y garantizar que la señalización sea claramente visible para los conductores, especialmente en tramos con mayor velocidad, como es el caso de este tramo de la Av. Álvaro Obregón.
2. Línea continua que restringe el paso:
Más adelante, después del cruce peatonal, se adapta una línea continua (M-1), de 0,10 m de ancho, para restringir el paso y delimitar los carriles de circulación, conforme al numeral 6.2.1 “Señalización continua” de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. Esta línea tiene como objetivo evitar que los vehículos invadan el carril contrario o cambien de carril indebidamente, permitiendo un acceso controlado a la glorieta.
3. Línea guía para incorporación a la glorieta
A continuación, se establece una línea guía para ayudar a los vehículos a incorporarse a la intersección de manera fluida y segura. Esta línea se realiza conforme al numeral 6.5.4 “Señales de guía de trayectoria” de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que establece que las líneas de guía deben tener una longitud mínima de 1,50 m y una anchura de 0,10 m, siendo de color blanco y discontinua.

En este caso específico, se utiliza la marca M-4b “Raya guía de trayectoria en una intersección”, que se define para zonas de transición como la entrada a una glorieta. Esta marca se aplica en tramos de intersección, siguiendo el criterio de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, donde se establece que las franjas de la línea guía deben ser de 1,00

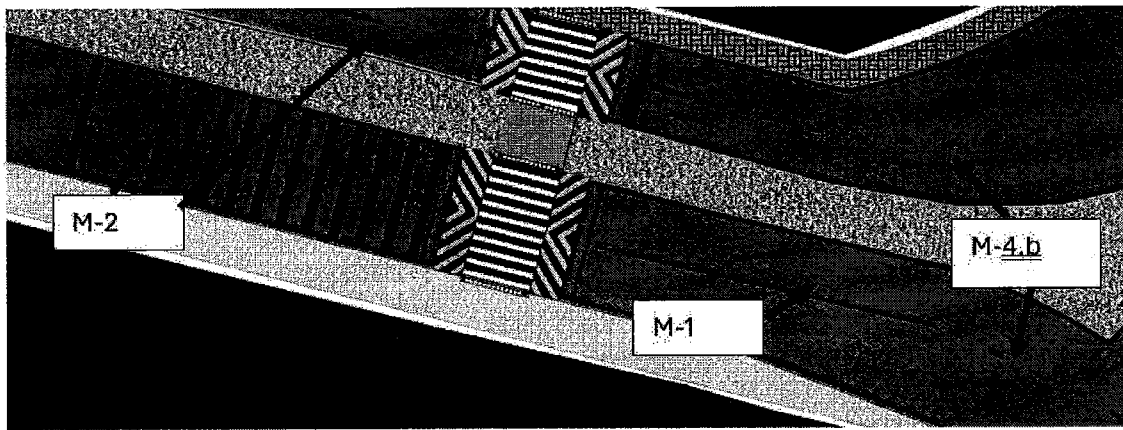
m de longitud por cada 2,00 m de separación, lo que mejora la percepción de trayectoria para los conductores y permite una mejor integración al flujo vehicular.

De acuerdo con la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, las líneas de guía M-4b deben:

- Ser discontinuas.
- Tener una longitud de 1,00 m.
- Estar separadas por un intervalo de 2,00 m, en el caso de intersecciones o lugares donde los vehículos necesitan una guía clara para seguir la trayectoria correcta hacia la glorieta o intersección.

La longitud de 1,00 m por cada 2,00 m de separación se ajusta a lo dispuesto en el numeral 6.5.4 de la norma, que es adecuada para guías de trayectoria en intersecciones de alto flujo vehicular, como la incorporación hacia la glorieta.

El detalle de la líneas de señalización horizontal en la vía y su disposición sobre el tramo de acceso a la glorieta se presenta en la Ilustración 44.



*Ilustración 44 Detalle de la línea guía M-4b para la incorporación a la glorieta en el sentido oriente-poniente.
Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.*

Para el sentido poniente-oriente, en el cual los vehículos salen de la glorieta, se aplican las siguientes marcas de acuerdo con las normas para garantizar la correcta organización del tráfico y evitar confusión en los usuarios:

1. Guías de trayectoria de la intersección:
En este tramo, se adaptan guías de trayectoria sobre la calzada de salida de la glorieta, con el fin de asegurar que los carriles se orienten correctamente hacia las avenidas de

salida. Estas marcas se colocan de acuerdo con el numeral 6.5.4 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que establece las características de las líneas de guía de trayectoria (M-4b) como líneas discontinuas, con separaciones de 2,00 m entre cada segmento y una anchura de 0,10 m. Estas líneas guían a los conductores para mantener una trayectoria segura y fluida al salir de la glorieta y dirigirse hacia el siguiente tramo vial.

2. Para proporcionar mayor claridad a los conductores sobre el sentido de circulación, se colocan flechas direccionales (M-11.1.1) que indican la dirección de salida y la trayectoria hacia la glorieta. Según el numeral 6.6.1 “Señales de dirección” de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, las flechas deben tener una longitud mínima de 3,00 m y deben ser claramente visibles para los conductores, asegurando que no haya duda sobre la trayectoria a seguir.

Adicionalmente, la norma establece que las flechas M-11.1.1 deben ser ubicadas a una distancia de 2,00 m antes de la marca de alto (M-6), lo que ayuda a los conductores a anticipar la salida de la glorieta de manera segura. Esta disposición es clave para mejorar la fluidez del tránsito y permitir una incorporación sin sobresaltos.

Estas flechas M-11.1.1 se colocan sobre la calzada de salida, justo antes de la marca de alto (M-6), para ayudar a los conductores a reducir la velocidad y facilitar la incorporación segura a la glorieta.

3. Raya discontinua separadora de carriles (M-2): Finalmente, para separar los carriles de circulación en este tramo, se utiliza una línea discontinua (M-2) que separa los carriles en la vía de salida de la glorieta. Esta línea se ajusta a lo estipulado en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 6.2.2 “Señalización de carriles”, donde se indica que las líneas discontinuas deben tener una longitud de 2,50 m y una separación de 5,00 m entre cada trazo. Este tipo de señalización es esencial para mantener los carriles bien definidos, evitando que los vehículos cambien de carril de forma indebida, lo que podría generar conflictos o accidentes en la salida de la glorieta.

La combinación de estas marcas en el sentido de salida se muestra en la Ilustración 45.

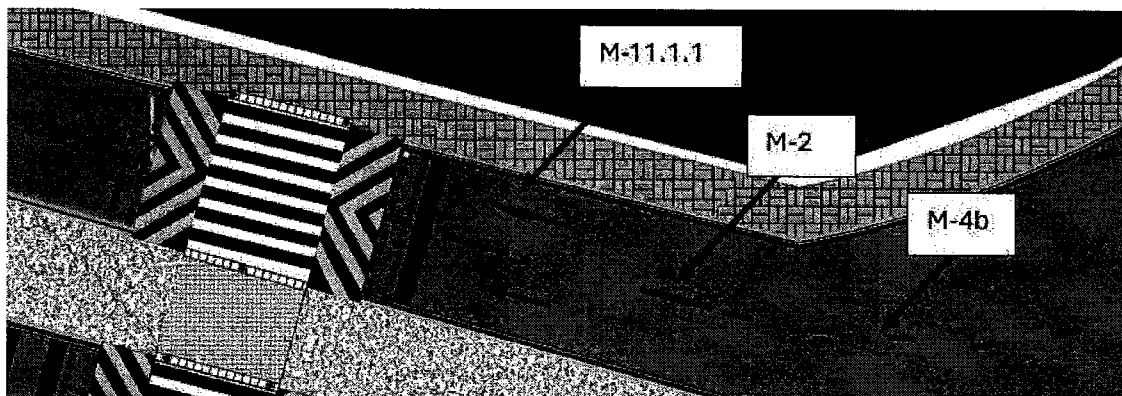


Ilustración 45 Detalle de señalización horizontal en el sentido poniente-oriente (salida de glorieta): guías M-4b, flechas M-11.1.1 y separación de carriles M-2. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

En cuanto a las rayas pegadas a las banquetas, se utiliza una línea continua (M-1) a la izquierda y a la derecha de cada banqueta, para evitar que los usuarios invadan la acera. Estas marcas se colocan conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, con una anchura de 0,10 m y de color blanco, reforzando la protección de las banquetas y el acceso peatonal.

Finalmente, se aplica una línea continua de 10 cm de color amarillo para el contorno de la faja separadora central. Esta línea sigue lo establecido en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 6.7.1, donde se estipula que las rayas amarillas deben delimitar de manera clara y visible el camellón o faja separadora central para evitar que los vehículos invadan el área peatonal o de refugio. La marca utilizada para este propósito es la M-3.3, que corresponde a una raya continua amarilla colocada en el borde de la faja separadora, como se especifica en el inciso 5.5.2 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

Estas marcas de borde (M-1) y contorno de faja separadora (M-3.3) se muestran en la Ilustración 46.

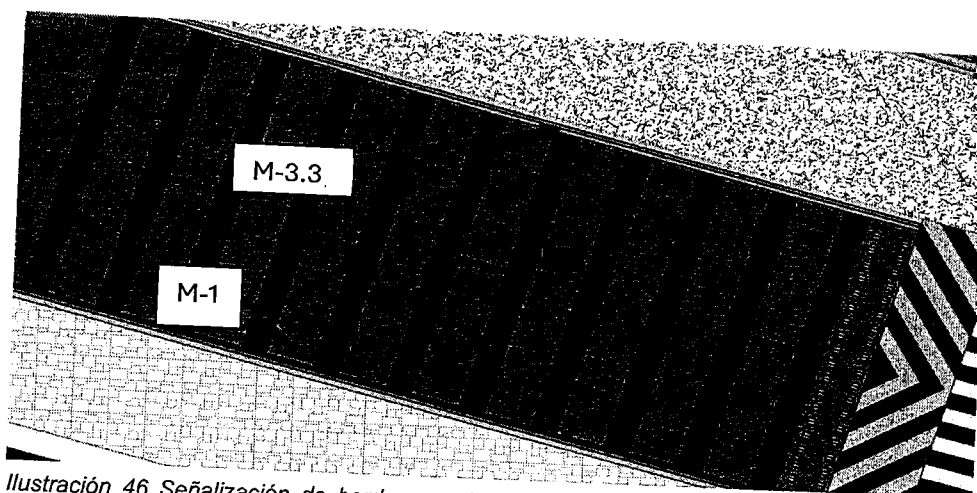


Ilustración 46 Señalización de borde y contorno en faja separadora: marcas M-1 y M-3.3.
Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

6.5.4 Señalización vertical

La correcta colocación de señales verticales en intersecciones y cruces peatonales es esencial para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía, especialmente cuando se trata de zonas con alta afluencia de peatones o con modificaciones de velocidad como el uso de reductores de velocidad. En este contexto, se aplican una serie de señales preventivas, de advertencia y de prohibición, con el objetivo de alertar a los conductores sobre los riesgos inmediatos y fomentar una circulación más segura y organizada.

A continuación, se detallan las señales verticales recomendadas para el proyecto, con sus respectivas ubicaciones y justificaciones basadas en las normas de señalización vigentes, tanto de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 como del Manual de Señalización, así como las distancias adecuadas para su colocación.

La ubicación general de los elementos de señalización vertical propuestos se presenta en la Ilustración 47.

1. SP-32 (Precaución, peatones o niños jugando)

Ubicación: Esta señal se coloca antes de la zona de cruce peatonal para advertir a los conductores sobre la proximidad de un cruce peatonal o una zona donde los niños pueden estar jugando.

Referencia normativa:

- Código: SP-32
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 7.10.2 “Señales preventivas”
- Manual de Señalización, capítulo II.1 “Señales preventivas”
Distancia recomendada para su colocación: Aproximadamente 30 a 50 metros antes del cruce, dependiendo del contexto urbano y la velocidad permitida en la vía.

2. SP-41 (Reductor de Velocidad)
Ubicación: Se coloca antes del reductor de velocidad tipo trapecial, a aproximadamente 30 metros antes de la plataforma elevada para advertir a los conductores sobre la presencia del dispositivo y la necesidad de reducir la velocidad.
Referencia normativa:

- Código: SP-41
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 7.11.1 “Señales preventivas”
- Manual de Señalización, capítulo II.1 “Señales preventivas”
Distancia recomendada para su colocación: 30 metros antes del cruce, para que los conductores reduzcan la velocidad al aproximarse a la plataforma elevada del reductor de velocidad.

3. SP-3 (Precaución, cruce de peatones)
Ubicación: Se debe colocar 2 señales SP-3 (una en cada dirección), 30 a 50 metros antes del cruce peatonal, para advertir a los conductores sobre la proximidad del cruce de peatones.

Referencia normativa:

- Código: SP-3
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 7.10.2 “Señales preventivas”
- Manual de Señalización, capítulo II.1 “Señales preventivas”
Distancia recomendada para su colocación: 30 a 50 metros antes del cruce peatonal.

4. SR-6 (Señal de Alto)

Ubicación: Se coloca en la intersección de salida de la glorieta, en el sentido poniente-oriental, donde los vehículos deben detenerse antes de incorporarse a la glorieta o continuar su trayecto por la vía principal.

Referencia normativa:

- Código: SR-6
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 7.9.1 “Señales de alto”
- Manual de Señalización, capítulo II.3 “Señales de alto”
Distancia recomendada para su colocación: 10 metros antes de la intersección para garantizar que los vehículos se detengan y cedan el paso cuando sea necesario.

5. SII-14 (Distancia en kilómetros con escudo)

Ubicación: Esta señal se coloca en los puntos de la vía donde se indica la distancia en kilómetros hacia un punto de interés o hacia la salida de la intersección. Es importante en este contexto para que los conductores tengan referencia de la distancia, especialmente cuando hay un reductor de velocidad o una glorieta en la cercanía.

Referencia normativa:

- Código: SII-14
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 7.12.2 “Señales de advertencia”
- Manual de Señalización, capítulo III.4-6 “Señal SII-14 de Distancia en kilómetros con escudo”
Distancia recomendada para su colocación: Se debe colocar aproximadamente 30 metros antes del área de cruce o en zonas donde se indique una distancia a un cambio importante en la vía, como la entrada a la glorieta.

6. SR-22

(Prohibido

estacionar)

Ubicación: Esta señal se coloca en la zona de la intersección, donde se prohíbe el estacionamiento cerca del cruce peatonal o de la glorieta.

Referencia normativa:

- Código: SR-22
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 7.10.4 “Señales de prohibición”
- Manual de Señalización, capítulo II.4 “Señales de prohibición”

Distancia recomendada para su colocación: Colocar 1 señal SR-22 en cada carril de aproximación, a 10 a 15 metros antes del cruce, para evitar que los vehículos estacionen en el área conflictiva.

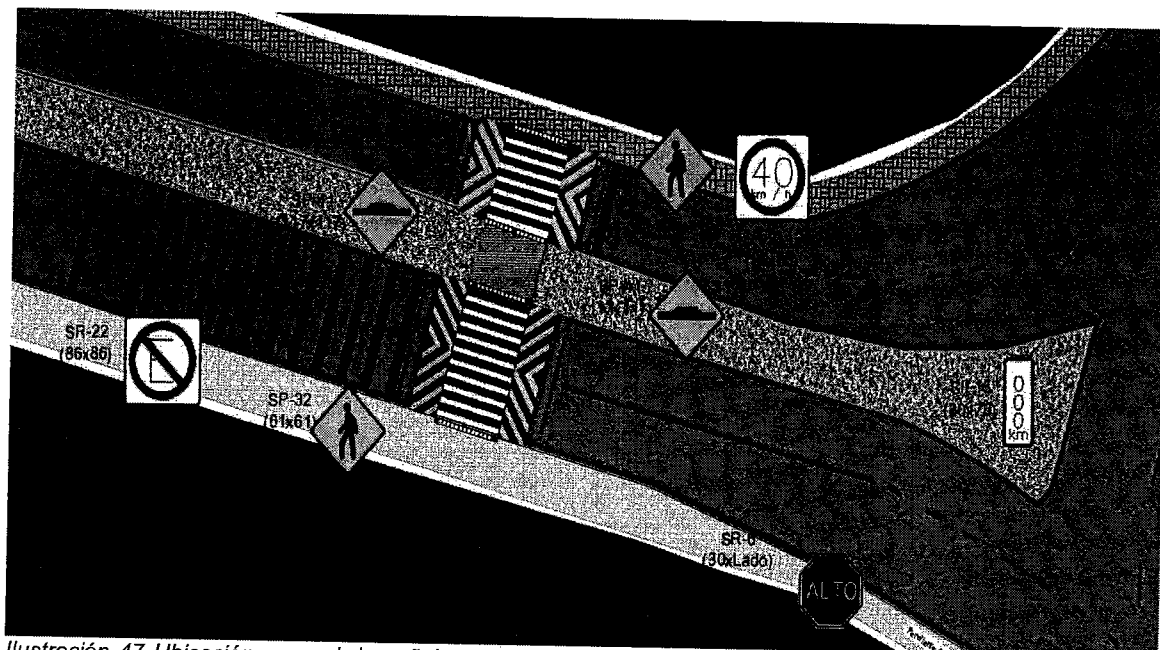


Ilustración 47 Ubicación general de señales verticales preventivas, restrictivas e informativas propuestas en el tramo de Av. Álvaro Obregón Oriente. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y Manual de Señalización.

6.6 Tramo 2: Av. Álvaro Obregón Poniente

6.6.1 Banquetas y accesibilidad peatonal

En el Tramo 2 de la Av. Álvaro Obregón Poniente, se adaptaron las banquetas para cumplir con las normas de accesibilidad y garantizar un flujo peatonal continuo y seguro. De acuerdo con la Tabla 38 de la NOM-004-SEDATU-2023, las franjas de circulación peatonal en calles principales deben tener un ancho mínimo de 4,00 m por ser calle principal, lo cual se ha cumplido a lo largo del tramo.

Los detalles de la adaptación son los siguientes:

- Ancho de la acera: Se ha adaptado un ancho total de 4,00 m para la banqueta sur y norte, permitiendo una circulación peatonal cómoda y sin obstrucciones.
- Franja de guarnición: Se dejó un ancho de 0,15 m para la franja de guarnición, en cumplimiento con la normativa que establece que la franja de guarnición debe ser libre de obstáculos a lo largo de toda su longitud.
- Área verde: Se asignaron 0,80 m de área verde, lo que contribuye a la integración estética de la vía y mejora el entorno urbano, además de proporcionar una separación segura entre los peatones y la calzada.
- Franja de circulación peatonal: Se definió una franja de circulación peatonal de 2,75 m, respetando el mínimo necesario para garantizar la accesibilidad continua, especialmente para personas con movilidad reducida. Esto cumple con los requisitos establecidos en la Tabla 38 de la NOM-004-SEDATU-2023, que especifica que en aceras con un ancho superior a 2,20 m, la franja de circulación debe ser de al menos 1,80 m.
- Franja de fachada: La franja de fachada tiene un ancho de 0,30 m, siguiendo las recomendaciones de la norma para mantener una separación adecuada entre la banqueta y las fachadas de los edificios, garantizando el confort y la seguridad de los peatones.

Como se muestra en la Ilustración 48, la distribución de franjas en ambas banquetas permite conservar un ancho total de 4,00 m e integrar los elementos de accesibilidad sin interrumpir la trayectoria peatonal.

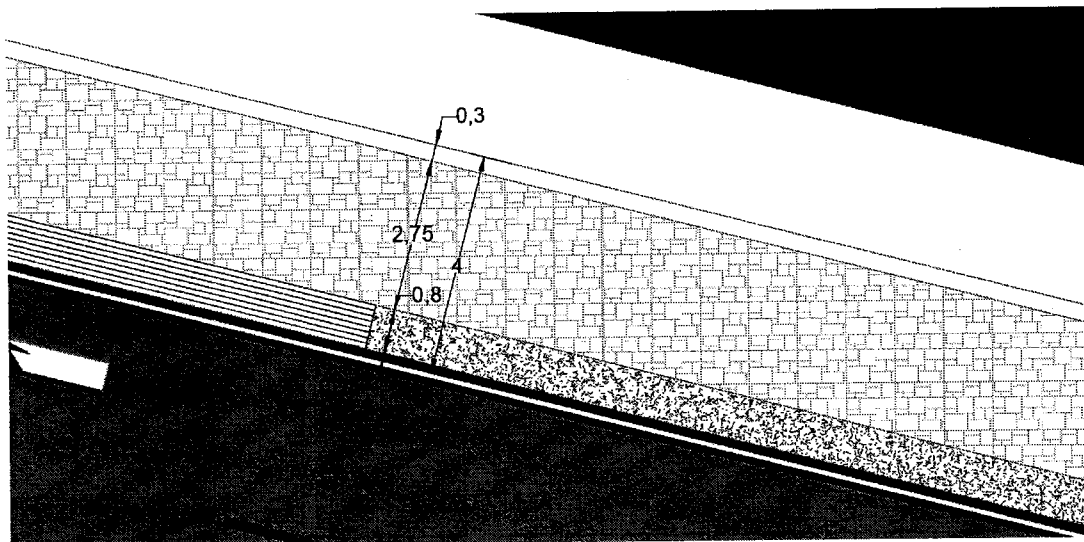


Ilustración 48 Distribución de las franjas en la banqueta sur y norte de la Av. Álvaro Obregón Poniente, con ancho total de 4,00 m y adaptación conforme a criterios de accesibilidad. Fuente: Elaboración propia con base en la NOM-004-SEDATU-2023.

6.6.2 Cruces peatonales

En este tramo de la Av. Álvaro Obregón Poniente, se ha diseñado un cruce peatonal de acuerdo con las normativas de accesibilidad, con un ancho mínimo de 6,00 m para la franja de circulación peatonal, ya que se trata de una vía principal. Este cruce se ha ajustado a las necesidades del tránsito peatonal, tanto para personas con movilidad reducida como para el flujo peatonal general. El tipo de cruce seleccionado corresponde a la Variante 1, según lo indicado en la NOM-004-SEDATU-2023.

a) Tipo de cruce

Variante 1 corresponde a rampas rectas, y su diseño está detallado en la NOM-004-SEDATU-2023, en el apartado 5.9, que establece las características para rampas accesibles en intersecciones y cruces peatonales. Específicamente, la Variante 1 se aplica en calles principales o zonas con un ancho de acera mayor a 4,00 m, o cuando existe una extensión de banqueta, para asegurar la circulación continua del peatón.

Detalles del cruce peatonal:

- Área de aproximación:
El área de aproximación al cruce peatonal está a nivel de acera y tiene una pendiente máxima de 5% hacia el arroyo vial, cumpliendo con los criterios de accesibilidad establecidos en la NOM-004-SEDATU-2023. Esta pendiente máxima está alineada con las normativas para la accesibilidad de personas con movilidad reducida, tal como lo establece la norma para rampas de acceso y cruces peatonales en calles urbanas.
- Rampa de acceso (Variante 1):
La rampa de acceso se alinea con el cruce peatonal y tiene un ancho de 6,00 m, lo que garantiza que el cruce sea adecuado para el tránsito peatonal en una vía principal. Este ancho corresponde con el ancho de la raya para cruce de peatones (M-7), como se establece en la Tabla 8 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, para calles primarias.
 - NOM-004-SEDATU-2023 especifica que las rampas deben ser rectas con una pendiente máxima del 5%, especialmente cuando la acera tiene un ancho mayor a 4,00 m, como es el caso en este tramo.
 - Según el numeral 5.9 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, la raya para cruce de peatones (M-7) debe tener una longitud mínima de 6 metros en calles primarias. Este ancho de la rampa corresponde con el ancho de la raya para cruce de peatones (M-7), garantizando la visibilidad y seguridad del cruce para los peatones.
 -
- Lados de la rampa:
Los lados de la rampa recta están confinados, lo que evita la circulación perpendicular de peatones y garantiza que el flujo peatonal sea continuo. En caso de que haya una extensión de banqueta, esta puede ser colocada sin interrumpir la circulación.
- Pendiente máxima:
La pendiente máxima de la rampa es del 5% en ambos extremos, alineándose con las especificaciones de la NOM-004-SEDATU-2023 para rampas accesibles. Esto asegura que la rampa sea adecuada para el paso de personas en silla de ruedas y peatones en general.

Además, de acuerdo con la norma:

- Las aceras mayores de 4,00 m o con extensiones de banqueta aplican para este tipo de cruce peatonal, permitiendo la circulación peatonal continua, incluso cuando una persona usuaria de silla de ruedas se encuentre en el área de aproximación al cruce peatonal.

Como se observa en la Ilustración 49, la rampa recta (Variante 1) queda alineada con el cruce y mantiene el ancho de 6,00 m y la pendiente máxima del 5%.

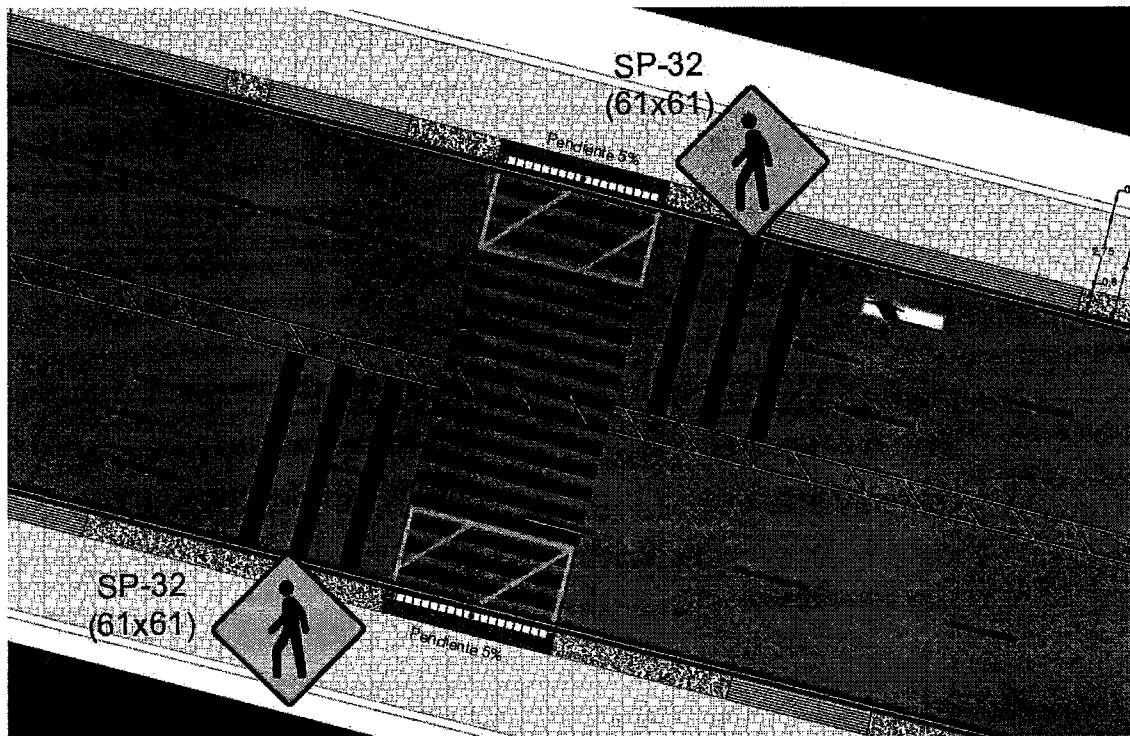


Ilustración 49 Disposición de la rampa de acceso al cruce peatonal (Variante 1), con pendiente máxima del 5% y ancho de 6,00 m, alineada con el cruce peatonal (M-7) conforme a la NOM-004-SEDATU-2023. Fuente: Elaboración propia..

b) señalización horizontal del cruce

En este tramo de la Av. Álvaro Obregón Poniente, se han implementado diversas marcas horizontales conforme a las normas de señalización vigentes, con el objetivo de garantizar la correcta organización del tráfico y la seguridad de los peatones. A continuación, se describen las marcas utilizadas en este tramo:

1. Rayas M-6 (Raya de Alto):

Se colocaron 3 rayas M-6 en cada sentido de circulación para garantizar que los vehículos se detengan antes de cruzar el paso peatonal y no invadan la zona de cruce.

- Código: M-6
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 6.5.3 “Marcas de alto”
- Justificación normativa: La marca M-6 se utiliza para definir el punto de detención obligatorio de los vehículos, de acuerdo con las especificaciones de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. Esta marca debe tener una longitud de 0,60 m y ser blanca y reflejante, colocándose entre 1,20 m y 5,00 m antes del cruce peatonal. En este caso, se colocan 3 rayas M-6 en cada sentido para mejorar la visibilidad y la seguridad del cruce peatonal.
- Distancia recomendada para su colocación: 1,20 m a 5,00 m antes del cruce peatonal.

2. Marcas de No Estacionar (M-12):

En las proximidades al cruce peatonal, se han colocado marcas de prohibición de estacionar (M-12) para evitar que los vehículos estacionen cerca de las áreas conflictivas y obstruyan el paso peatonal.

- Código: M-12
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 7.10.4 “Señales de prohibición”
- Justificación normativa: La marca M-12 se emplea para prohibir el estacionamiento en áreas donde se requiere mantener el espacio libre para el tránsito de vehículos y peatones. Se utiliza en zonas de alto flujo peatonal, como los cruces peatonales, donde el estacionamiento podría obstaculizar el paso seguro de los peatones.
- Distancia recomendada para su colocación: 10 a 15 metros antes del cruce.

Como se muestra en la Ilustración 50, la señalización horizontal del cruce integra las rayas M-6 (tres por sentido) y las marcas M-12 en las aproximaciones.

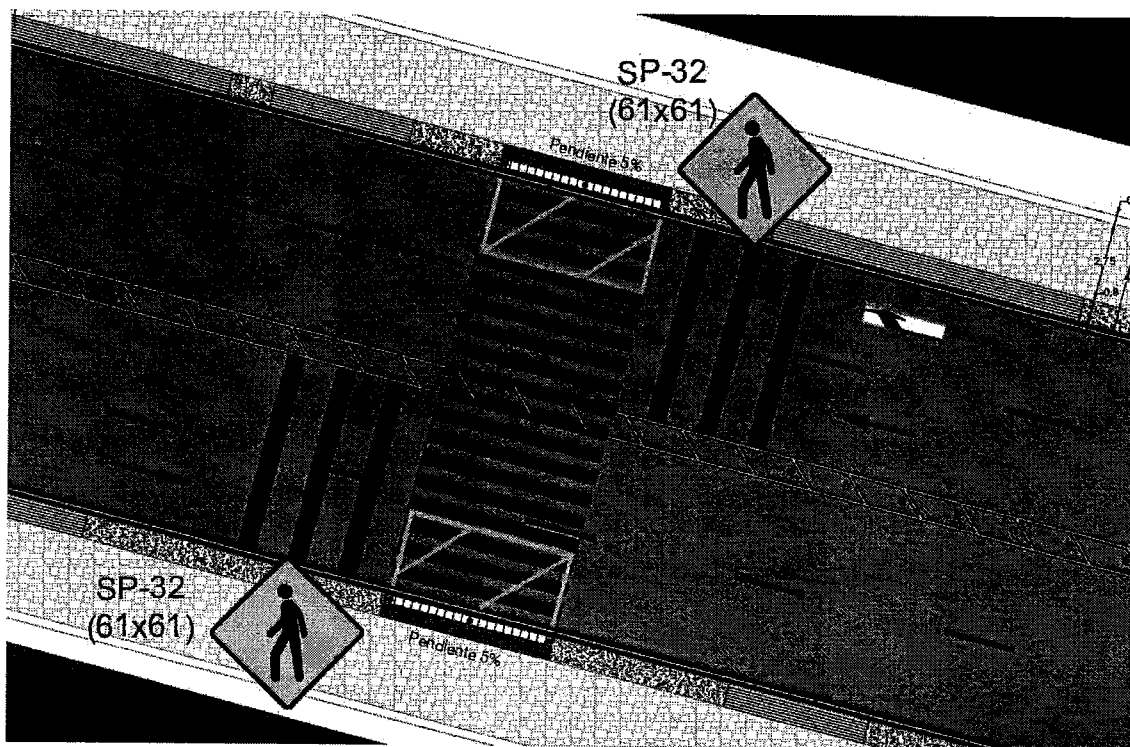


Ilustración 50 Disposición de la señalización horizontal en Av. Álvaro Obregón Poniente, mostrando rayas M-6 (3 por sentido) y marcas de no estacionar M-12, conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. Fuente: Elaboración propia.

c) Pavimento Táctil

En cumplimiento de los lineamientos de accesibilidad establecidos en la NOM-004-SEDATU-2023 para cruces peatonales accesibles, se incorpora pavimento táctil de advertencia en los puntos clave del cruce peatonal, coordinado con las rampas y los extremos de las banquetas. Este pavimento tiene como objetivo advertir a las personas con discapacidad visual sobre las zonas de conflicto con el tráfico vehicular y garantizar una circulación segura.

El diseño de este cruce corresponde a la Variante 1, tal como se establece en el apartado 5.9 de la NOM-004-SEDATU-2023, que especifica las características de las rampas rectas en calles principales o zonas con un ancho de acera mayor a 4,00 m.

Detalles del pavimento táctil:

- Franja táctil de advertencia en banquetas:
En los extremos de las banquetas, tanto en la banqueta sur como en la banqueta norte, se dispone una franja transversal de pavimento táctil de advertencia, a todo lo ancho del cruce peatonal. Esta franja marca el inicio de la zona de conflicto con el tránsito vehicular, permitiendo que las personas con discapacidad visual identifiquen el cruce a nivel de la vía y se orienten de manera segura.

Con esta configuración, el pavimento táctil de advertencia cumple la función de alertar sobre el arroyo vehicular elevado, y además delimita la zona de cruce peatonal en los extremos de las banquetas, asegurando la accesibilidad continua y segura entre ambos lados de la vía.

d) Elementos de protección y dispositivos diversos

Bolardos DD-10

En el cruce peatonal de tipo Variante 1 de la Av. Álvaro Obregón Poniente, donde el cruce se realiza directamente sobre la vía de rodamiento, se implementan bolardos fijos DD-10 como dispositivos de protección física para evitar que los vehículos invadan el espacio peatonal. Esto es especialmente necesario en un cruce que se sitúa sobre la calzada, garantizando que los peatones puedan cruzar con seguridad sin ser obstaculizados por los vehículos motorizados.

Conforme al numeral 8.1.1.5 de la NOM-004-SEDATU-2023, que establece la necesidad de implementar dispositivos de protección física en los cruces peatonales a nivel de calzada, los bolardos se colocan en el borde exterior de la franja peatonal en ambas banquetas, flanqueando el cruce y garantizando que los vehículos no invadan la zona destinada para el paso peatonal.

Características de los bolardos DD-10:

- Clasificación: Los bolardos DD-10 son clasificados como dispositivos diversos (DD) según la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que los define como elementos de protección para evitar la invasión del espacio peatonal en áreas de alto tránsito.

- **Ubicación:** Los bolardos se colocan en el borde exterior de la franja peatonal, flanqueando las rampas de acceso o el área de cruce peatonal, alineados para garantizar que los peatones estén protegidos y no se vean afectados por la circulación de vehículos.
- **Espaciado:** La distancia entre bolardos se mantiene en un intervalo recomendado de 1,50 m a 1,80 m, lo cual permite el paso libre de personas y sillas de ruedas, pero impide el acceso de vehículos motorizados, cumpliendo con las normativas de accesibilidad.
- **Acabado:** Los bolardos están diseñados con un acabado gris mate, conforme a las especificaciones cromáticas establecidas en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 para dispositivos de protección.

Como se observa en la Ilustración 51, los bolardos DD-10 se disponen en los extremos del cruce para proteger la franja peatonal y controlar la invasión vehicular.

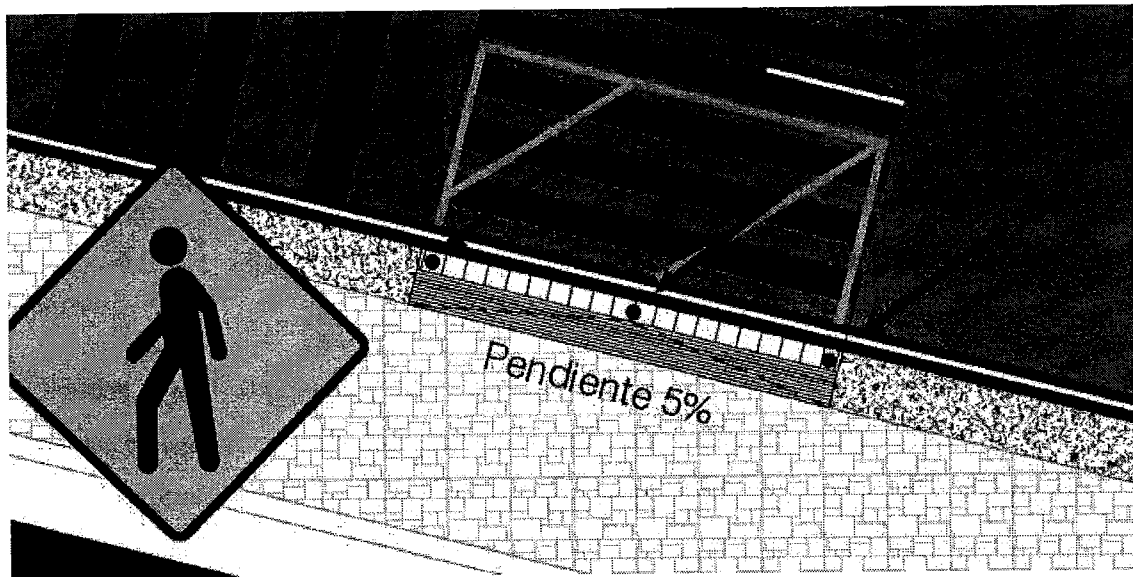


Ilustración 51 Disposición de bolardos DD-10 en el cruce peatonal (Variante 1), alineados con las rampas de acceso y la franja peatonal, conforme a criterios de protección vial. Fuente: Elaboración propia.

6.6.3 Señalización horizontal vial

La señalización horizontal de este tramo ha sido diseñada para garantizar la seguridad y fluidez del tránsito vehicular, así como para mejorar la seguridad peatonal. Las marcas de separación de carriles, líneas de circulación, y flechas direccionales se implementan conforme a los requerimientos normativos, con el objetivo de dirigir correctamente a los conductores y asegurar una circulación segura y ordenada.

Para este diseño se utilizaron los siguientes elementos, todos justificados mediante la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, y aplicados según las características del tramo:

- Línea separadora de carriles (M-2):
Se estableció una línea discontinua M-2 para separar los carriles de circulación, con una longitud de 2,50 m por cada separación de 5,00 m entre trazos, conforme al numeral 6.2.2 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. Esta línea se aplica en tramos de mayor complejidad geométrica y circulación múltiple, con el objetivo de mejorar la organización de los carriles y garantizar que los conductores circulen dentro de sus trayectorias, especialmente en tramos con altas velocidades o intersecciones complejas.
- Línea continua (M-1):
En las áreas donde no se permite el cambio de carril, se utiliza una línea continua M-1. Esta línea se coloca a 10 cm de separación de la guarnición, con el fin de delimitar los carriles de circulación y garantizar que los vehículos mantengan su trayectoria dentro de los límites establecidos, evitando cambios innecesarios que podrían comprometer la seguridad vial. Este tipo de señalización es clave para asegurar el orden y el control de los carriles en tramos de tránsito intenso.
- Raya en la orilla derecha continua (M-3.1):
La línea M-3.1 delimita la orilla derecha de la calzada, reforzando la seguridad vial en la faja separadora o en las áreas cercanas a las banquetas. Esta marca de color blanco ayuda a los conductores a visualizar claramente los límites de la vía y asegura

que no invadan el espacio destinado a los peatones, favoreciendo una circulación segura tanto para vehículos como para transeúntes.

- Línea de no estacionarse (M-12):
Esta medida asegura que los vehículos no bloqueen el paso de peatones ni interfieran con los movimientos de la glorieta.
- Flechas direccionales (M-11.1.1):
Se aplicaron flechas direccionales (M-11.1.1) sobre la calzada de circulación hacia la glorieta y en las avenidas principales. Estas flechas guían a los conductores hacia la correcta dirección de giro y acceso a la glorieta, ayudando a los vehículos a anticipar la trayectoria correcta al llegar a la intersección. Con base en el numeral 6.6.1 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, las flechas direccionales tienen una longitud mínima de 3,00 m y se colocan a 2,00 m antes de la marca de alto (M-6), permitiendo una transición segura hacia el siguiente tramo.
- Línea separadora continua doble (M-1.4):
Se ha utilizado una línea separadora continua doble (M-1.4), de 0,10 m de ancho y de color amarillo a lo largo de la faja separadora central. Esta línea delimita claramente los carriles en la calzada de circulación, evitando que los vehículos invadan áreas destinadas a los peatones o espacios restringidos. Además, se instalaron botones reflejantes tipo B en intervalos de 2,00 m a lo largo de la línea continua doble (M-1.4), para mejorar la visibilidad nocturna y bajo condiciones climáticas adversas, conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, lo que refuerza la seguridad de los conductores.

Como se muestra en la Ilustración 52, se integran las marcas M-2, M-1, M-3.1, M-12, M-11.1.1 y M-1.4 en el tramo, con sus distancias y criterios normativos.

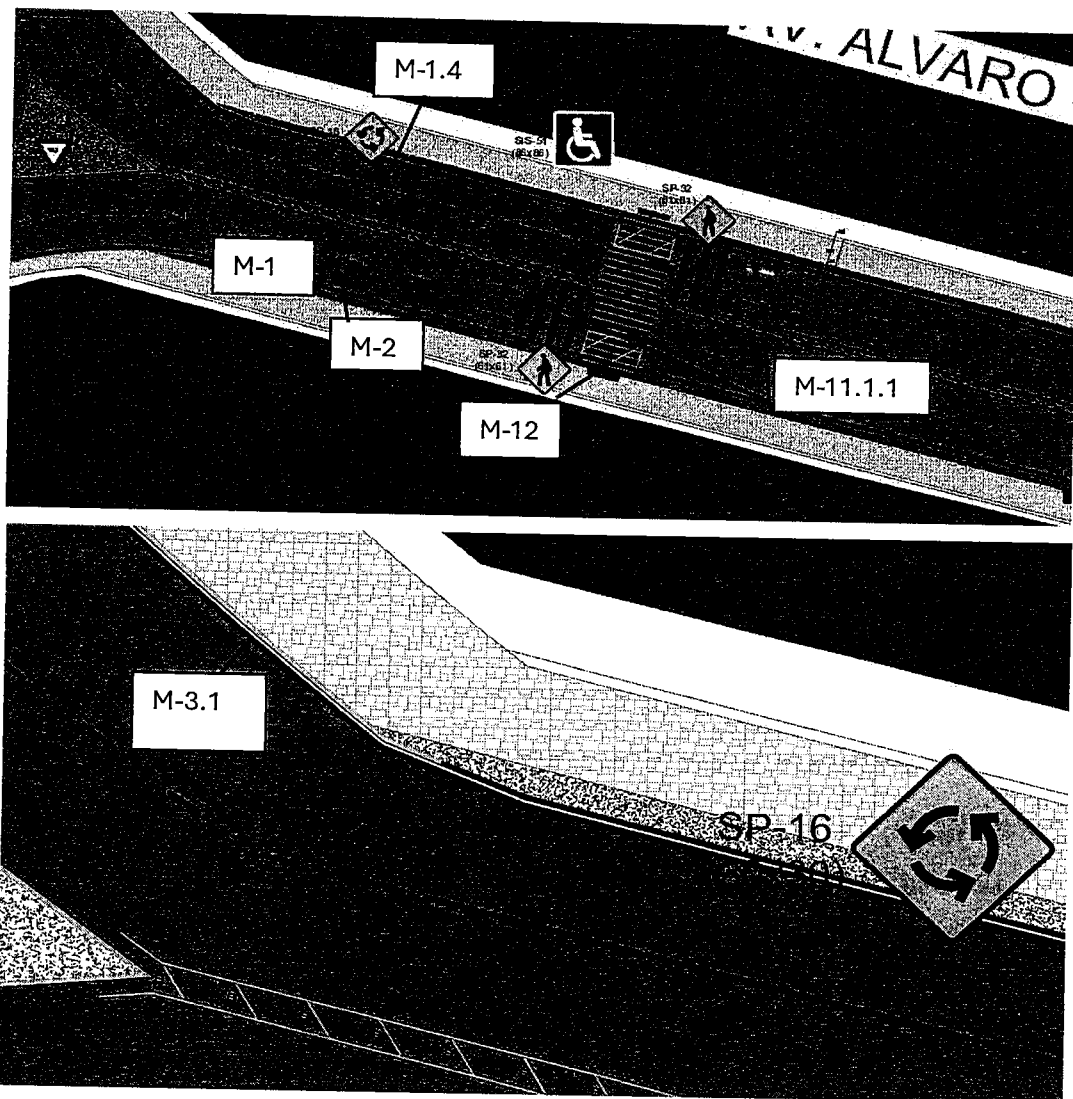


Ilustración 52 Disposición de la señalización horizontal en Av. Álvaro Obregón Poniente, mostrando marcas M-2, M-1, M-3.1, M-12, M-11.1.1 y M-1.4. Fuente: Elaboración propia con base en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

6.6.4 Señalización vertical

En este tramo de la Av. Álvaro Obregón Poniente, se ha diseñado una señalización vertical estratégica para guiar, advertir y regular el flujo de vehículos y peatones, conforme a las normativas vigentes de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización. Las

señales fueron seleccionadas con el objetivo de mejorar la seguridad vial, la accesibilidad peatonal y el flujo vehicular, asegurando un entorno más seguro y funcional.

Detalles del diseño de la señalización vertical:

- SP-16 (Precaución, curvas):
Se colocó la señal SP-16 en la aproximación a la glorieta, con el objetivo de advertir a los conductores sobre la presencia de una curva y la necesidad de reducir la velocidad para ingresar de forma segura. Esta señal se coloca de acuerdo con la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, con la finalidad de garantizar que los vehículos disminuyan su velocidad antes de entrar a la intersección, reduciendo así el riesgo de accidentes.
- SIS-51 (Accesibilidad para personas con discapacidad):
En áreas cercanas a la glorieta y a las zonas de cruce peatonal, se incorporó la señal SIS-51, garantizando que la accesibilidad sea adecuada para personas con discapacidad motriz. Este diseño se alinea con la NOM-004-SEDATU-2023, que establece que las áreas de circulación peatonal deben ser accesibles para todos los usuarios, incluyendo a aquellos con movilidad reducida. De este modo, se asegura que los peatones con discapacidad tengan acceso fácil y seguro al cruce y a la glorieta.
- SP-32 (Precaución, peatones):
La señal SP-32 se colocó en las áreas de alta afluencia de peatones, especialmente en las proximidades del cruce peatonal, para advertir a los conductores sobre la posible presencia de peatones cerca de la vía. Esta señal se adapta a las condiciones del entorno urbano y cumple con lo estipulado en el numeral 7.10.2 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, para asegurar que los conductores reduzcan su velocidad al acercarse a áreas de posible cruce peatonal.
- SID-8 (Informativo):
Para proporcionar información adicional a los conductores sobre la zona de la intersección y las áreas circundantes, se incorporó la señal SID-8. Este tipo de señal se utiliza para orientar a los conductores sobre características o particularidades del área, en este caso, indicando la proximidad de la glorieta y de otros puntos

importantes de la vía. Esta señal se ajusta a las normas de señalización informativa y mejora la percepción de los conductores sobre la intersección.

- SR-7 (Ceda el paso)

Indica a los conductores que deben disminuir la velocidad o detenerse cuando sea necesario, para ceder el paso al tránsito que va a cruzar o incorporarse a la vía en la que circulan. Esta señal se coloca en intersecciones de vías sin semáforo, respetando las preferencias de paso establecidas en el Reglamento de Tránsito local.

Como se presenta en la Ilustración 53, la ubicación de las señales verticales se define para reforzar la advertencia, regulación y orientación en el tramo y sus aproximaciones

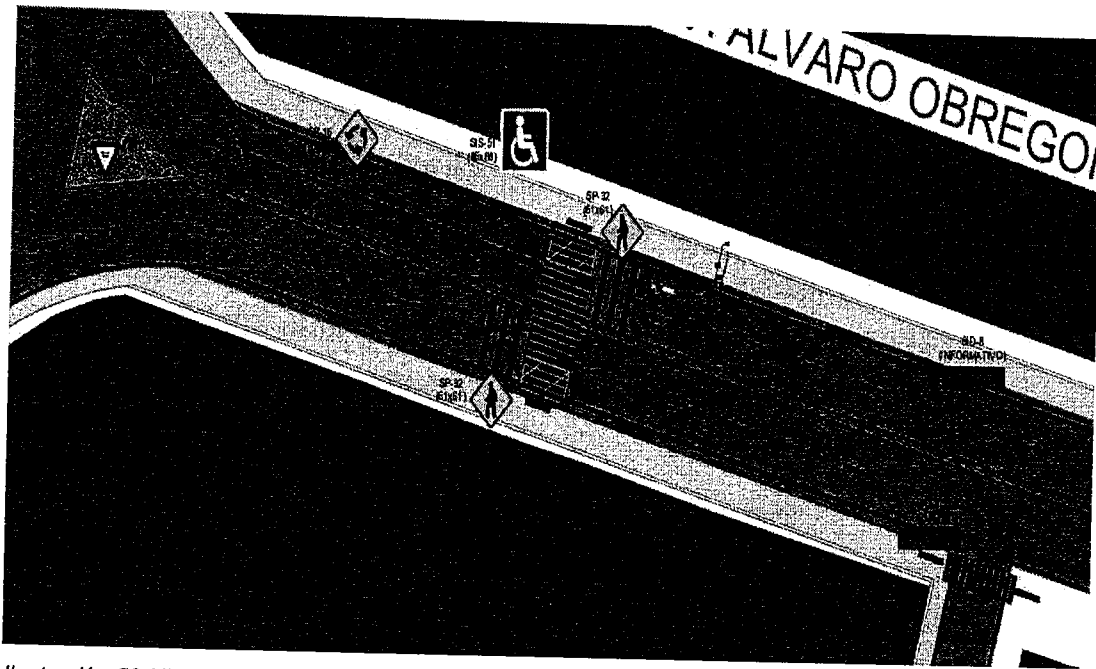


Ilustración 53 Ubicación de elementos de señalización vertical en Av. Álvaro Obregón Poniente, conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización. Fuente: Elaboración propia.

6.7 Tramo 3 Av. Revolución Norte

6.7.1 Banquetas y accesibilidad peatonal

En el Tramo 3 de la Av. Revolución Norte, se adaptaron las banquetas con el objetivo de garantizar una circulación peatonal continua y accesible, cumpliendo con los requisitos establecidos por la NOM-004-SEDATU-2023 para calles principales. El diseño de las banquetas se realizó tomando en cuenta las restricciones geométricas del área, adaptando el ancho de las franjas de circulación peatonal para facilitar el tránsito peatonal, especialmente para personas con movilidad reducida.

- NOM-004-SEDATU-2023, Tabla 38: Establece que el ancho mínimo de la franja de circulación peatonal en calles principales debe ser de 4,00 m.

Detalles del diseño de las banquetas:

- Banqueta lado izquierdo (pegada al aeropuerto):
En el costado izquierdo de la Av. Revolución Norte, pegado al aeropuerto, se optó por mantener una banqueta mínima de 1,80 m, de acuerdo con las restricciones geométricas de la vía y para no reducir el espacio vehicular en la calle. Este diseño cumple con la normativa para zonas donde el espacio es limitado, sin comprometer la accesibilidad peatonal.
- Banqueta lado derecho (costado poniente):
Para el costado derecho de la vía, en el tramo poniente, donde las condiciones geométricas permitieron una mayor adaptación, se amplió la banqueta a 4,00 m, cumpliendo con el mínimo recomendado para calles principales, tal como lo estipula la NOM-004-SEDATU-2023. Este ajuste asegura una circulación peatonal continua y accesible, y al ser una zona con parque, se pudo optimizar el espacio para los

peatones sin comprometer la funcionalidad de la calle. Como se muestra en la Ilustración 54, la propuesta contempla banquetas con anchos diferenciados por costado y la integración de áreas verdes.

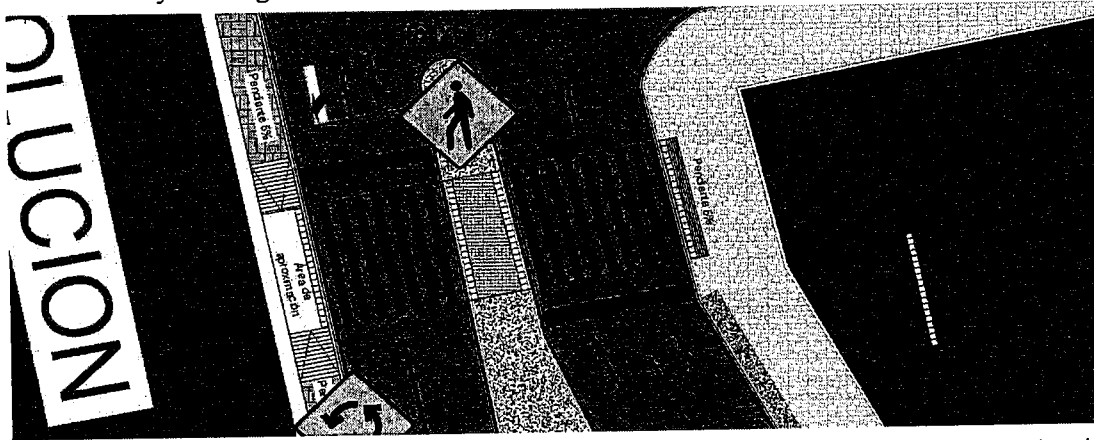


Ilustración 54 Disposición del diseño de las banquetas en el Tramo 3 de la Av. Revolución Norte, mostrando el ancho de las franjas de circulación peatonal y las áreas verdes. Fuente: Elaboración propia.

6.7.2 Cruces Peatonales

El cruce peatonal en este tramo ha sido diseñado para garantizar la seguridad y la accesibilidad de los peatones, de acuerdo con la normativa de la NOM-004-SEDATU-2023. Dado el ancho de la acera y las características del cruce, se optó por la Variante 2 de las rampas de acceso.

El cruce peatonal proyectado en el tramo norte de la Av. Revolución se diseñó para asegurar accesibilidad universal, fluidez peatonal y reducción de conflictos con vehículos motorizados, conforme a lo establecido en la NOM-004-SEDATU-2023, especialmente en los numerales 5.9 (Rampas accesibles) y 8.1.2.2 (Cruces peatonales en fajas separadoras e islas).

Dado que en este punto la sección vial presenta una faja separadora central y el cruce implica atravesar más de cuatro carriles, se consideró lo indicado en el numeral 8.1.2.2, el cual establece que:

- Cuando el cruce supera los cuatro carriles o se trata de vías de doble sentido, deben habilitarse áreas de resguardo mediante fajas separadoras o islas peatonales.

- La faja separadora debe tener un ancho mayor a 1,50 m para permitir resguardo seguro.
- Cuando su ancho es entre 1,50 m y 5,00 m, la franja de circulación peatonal debe ser a nivel del arroyo vial, coincidiendo con la longitud de la marca de cruce M-7.

En este tramo, la faja separadora cumple con las dimensiones normativas para fungir como área de resguardo peatonal, motivo por el cual el cruce se configuró para ser ejecutado en dos etapas, reduciendo la exposición al flujo vehicular.

Selección normativa del tipo de rampas

Debido a que las banquetas presentan geometrías diferentes en cada costado de la avenida, se seleccionaron dos variantes normativas distintas de rampas rectas, ambas reguladas en el numeral 5.9 de la NOM-004-SEDATU-2023, que describe:

- Variante 1 (Figura 35 de la NOM-004):
Se utiliza cuando la banqueta tiene más de 4,00 m o cuando existe ampliación, permitiendo un área de aproximación amplia y alineación con el cruce.
- Variante 2 (Figura 36 NOM-004):
Aplicable cuando la banqueta mide menos de 4,00 m de ancho. Consta de dos rampas rectas de forma rectangular, con pendiente máxima de 5 %, y un área de aproximación con pendiente máxima de 2 % hacia el arroyo vial.

Aplicación en el diseño

- Lado Oriente (banqueta estrecha, < 4,00 m):
Se utilizó Variante 2, según Figura 36 de la NOM-004, por la restricción geométrica de la acera y para garantizar accesibilidad sin reducir el espacio de circulación peatonal.
- Lado Poniente (banqueta $\geq$ 4,00 m):
Se adoptó Variante 1, según Figura 35 de la NOM-004, aprovechando la acera ancha para ofrecer un área de aproximación más amplia y cómoda, acorde con la función de vía primaria.

Esta combinación genera un cruce accesible y seguro que respeta la condición geométrica de cada costado y cumple estrictamente los lineamientos normativos.

a) Tipo de cruce

Geometría del cruce peatonal

Ancho del cruce peatonal

El cruce peatonal se diseña con un ancho de 6,00 m, coincidente con la longitud mínima de la marca M-7 para calles primarias, conforme a la Tabla 8 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que establece:

“Para vialidades primarias, la longitud mínima de la marca M-7 será de 6,00 metros.”

Este ancho asegura visibilidad plena y permite una trayectoria peatonal continua y segura sobre una vía de alta demanda.

Área de aproximación

El área de aproximación en ambos costados cumple con:

- **Pendiente máxima del 5 %** hacia el arroyo vial (NOM-004, numeral 5.9). En el caso de la **Variante 2**, el área de aproximación previa a la rampa presenta además una pendiente transversal máxima del **2 %**, como lo exige la norma. Esto garantiza accesibilidad universal para usuarios con movilidad reducida.



Como se observa en la Ilustración 55, se muestra la disposición de rampas y el ancho del cruce conforme a criterios normativos.

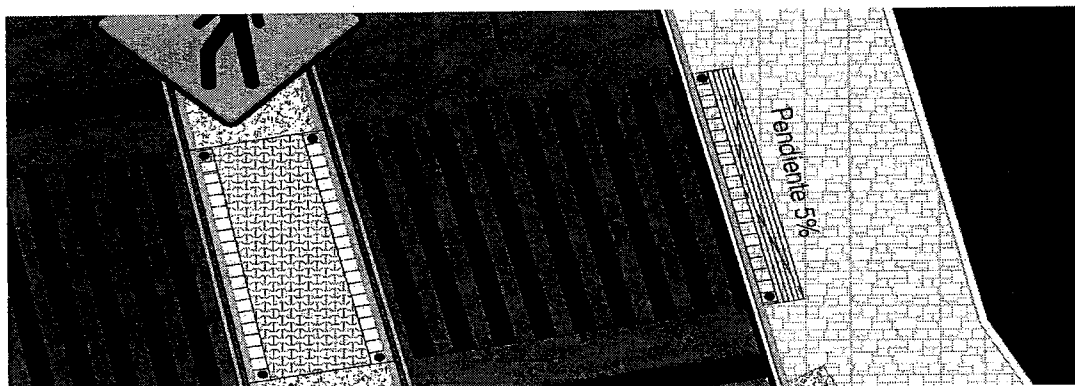


Ilustración 55 Disposición de la rampa de acceso al cruce peatonal (Variante aplicable), con pendiente máxima del 5% y ancho de 6,00 m, alineada con criterios de la NOM-004-SEDATU-2023. Fuente: Elaboración propia.

b) Señalización horizontal del cruce

El cruce peatonal en el tramo de Av. Revolución Norte fue diseñado empleando dos marcas normativas fundamentales para garantizar la seguridad de los peatones y la correcta lectura del cruce por parte de los conductores: la marca de cruce peatonal M-7 y la raya de alto M-6, ambas aplicadas en ambos sentidos de circulación.

1. Marca M-7 para cruce de peatones
El cruce fue delimitado con la marca M-7, conforme al numeral 6.5.1 y la Tabla 8 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que señala que en vías primarias el cruce peatonal debe tener una longitud mínima de 6,00 m. Esta dimensión normativa fue la base del diseño, garantizando que el ancho del cruce proporcione suficiente visibilidad y espacio de paso seguro para los peatones en un entorno vial de alta demanda.

2. Raya de alto M-6 en ambos sentidos
Para reforzar la detención obligatoria previa al cruce, se colocaron rayas de alto M-6 en cada sentido de circulación, ubicadas exactamente a 1,20 m antes del cruce, en cumplimiento estricto del rango indicado por la normativa.

La NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, en su numeral 6.5.3, establece que:

“La raya M-6 deberá colocarse a una distancia de entre 1,20 m y 5,00 m antes del cruce peatonal”.

Siguiendo este criterio, se adoptó la distancia mínima de 1,20 m, lo que permite:

- una detención precisa y anticipada,
- una clara lectura del cruce delimitado por la M-7, y
- una reducción de riesgos al mantener la zona peatonal protegida.

Como se muestra en la Ilustración 56, la señalización horizontal del cruce integra la marca M-7 y las rayas M-6 en ambos sentidos de circulación para reforzar la seguridad peatonal.

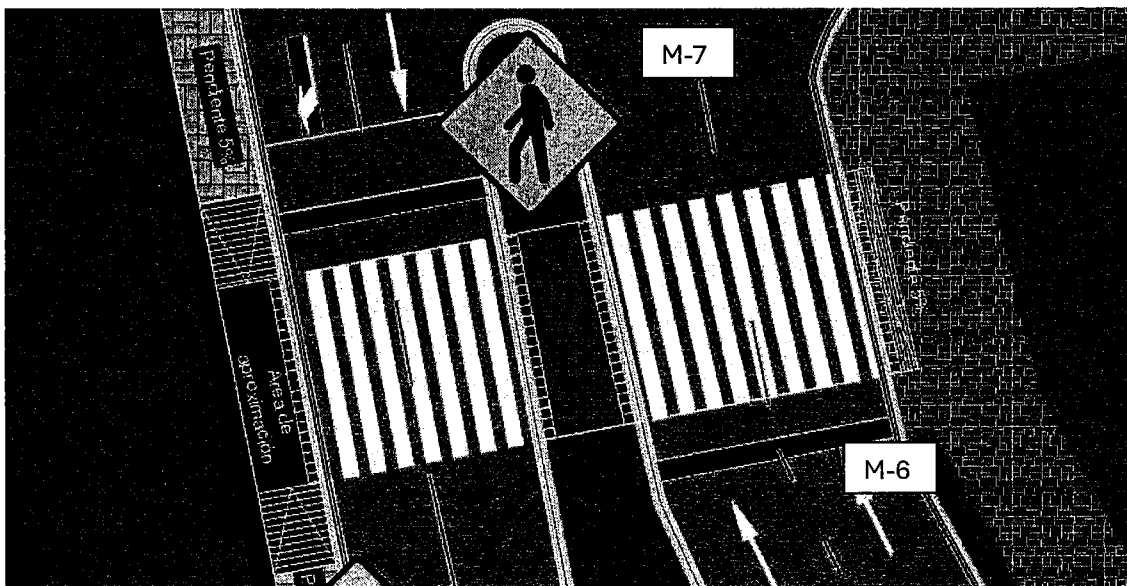


Ilustración 56 Señalización horizontal del cruce peatonal en Av. Revolución Norte, mostrando la marca M-7 y la ubicación de las rayas M-6 en ambos sentidos. Fuente: Elaboración propia con base en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

c) Pavimento Táctil

Para reforzar la accesibilidad universal del cruce peatonal en la Av. Revolución Norte, se incorporó pavimento táctil de advertencia en ambos extremos del cruce, ubicado en la parte superior de cada rampa. Este elemento se diseñó conforme al numeral 9.8.3.1 “Pavimento táctil de advertencia” de la

NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que establece el uso de módulos con patrón de conos truncados para alertar a las personas con discapacidad visual sobre la proximidad de un cruce peatonal o un punto de riesgo.

La disposición del pavimento táctil garantiza que, previo al descenso hacia la calzada, el peatón pueda identificar mediante textura el inicio de la zona de interacción con vehículos, fortaleciendo la seguridad y la continuidad de la ruta accesible. Como se observa en la Ilustración 57, el pavimento táctil se coloca en los accesos del cruce para advertir el cambio de condición hacia el arroyo vial.

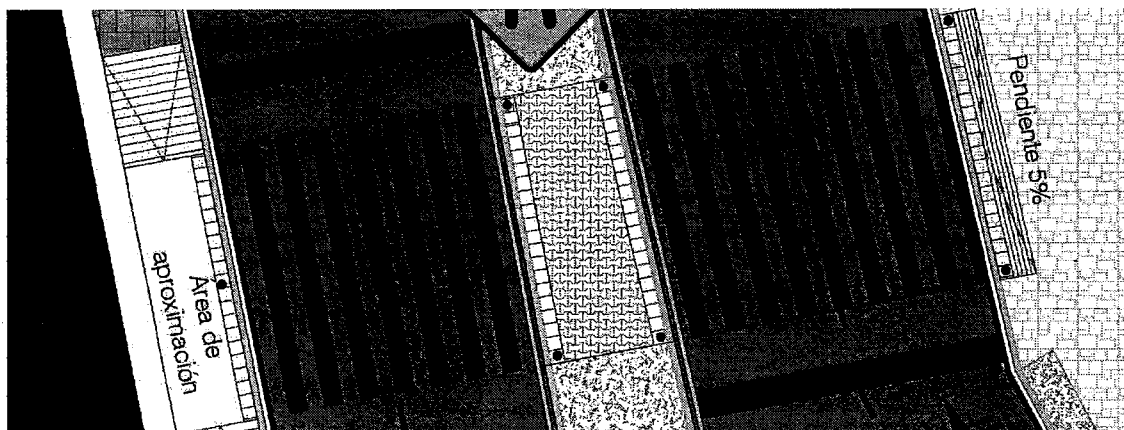


Ilustración 57 Pavimento táctil de advertencia colocado en los accesos al cruce peatonal en Av. Revolución Norte. Fuente: Elaboración propia.

d) Elementos de protección y dispositivos diversos

Bolardos DD-10

Como parte del diseño de seguridad peatonal en el cruce de la Av. Revolución Norte, se incorporaron bolardos tipo DD-10 con el fin de evitar la invasión accidental del espacio peatonal por parte de vehículos motorizados y reforzar la protección lateral del cruce.

Su instalación se justifica de acuerdo con el numeral 7.8.5 “Dispositivos Diversos (DD)” de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que define a los bolardos como elementos físicos destinados a delimitar zonas peatonales, restringir accesos vehiculares y mejorar la seguridad en áreas de interacción peatón-vehículo.

En este tramo, el diseño propone la colocación de bolardos DD-10 en cada banqueta, flanqueando las rampas rectas del cruce peatonal (Variante 2), de manera que se mantenga un resguardo físico sin afectar la circulación accesible. La separación entre bolardos se estableció en un rango de 1,50 m a 1,80 m, permitiendo el paso seguro de usuarios en silla de ruedas mientras se evita el ingreso de vehículos, alineándose con los criterios de accesibilidad establecidos en la NOM-004-SEDATU-2023 para la protección de cruces peatonales.

Su acabado en color gris mate, conforme a los criterios cromáticos del numeral 7.8.5.2 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, mejora la lectura visual del espacio público sin generar contaminación visual. Como se muestra en la Ilustración 58, los bolardos se ubican en los extremos del cruce para proteger la trayectoria peatonal.

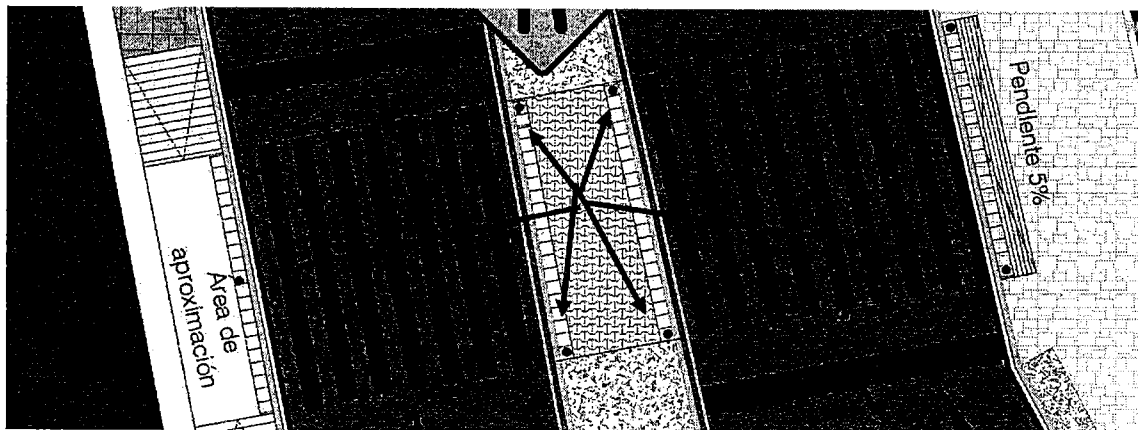


Ilustración 58 Ubicación de bolardos DD-10 en el cruce peatonal de Av. Revolución Norte, flanqueando las rampas de acceso para evitar invasión vehicular. Fuente: Elaboración propia.

6.7.3 Señalización Horizontal de vía.

Para la señalización horizontal de este tramo, se utilizaron diversas marcas conforme a las normativas de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, con el fin de garantizar una circulación segura y ordenada tanto para vehículos como para peatones.

Detalles de la señalización horizontal:

1. Línea discontinua separadora de carriles (M-2):
Se utilizó una línea discontinua M-2 para separar los carriles de circulación, tal como lo estipula el numeral 6.2.2 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. La longitud de

cada trazo es de 2,50 m y la separación entre ellos es de 5,00 m. Esta línea fue implementada para mejorar la organización del tránsito y facilitar la circulación de vehículos en el tramo.

2. Raya en la orilla derecha continua (M-3.1)

Para delimitar el borde derecho de la calzada y proteger la zona peatonal, se implementó la marca M-3.1 “Raya en la orilla derecha continua”, conforme al numeral 6.4.1 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

3. Raya de alto (M-6):

Se colocaron rayas M-6 en cada sentido de circulación, previas al cruce peatonal, para garantizar que los vehículos se detengan antes de invadir el paso peatonal. Esto se justifica conforme al numeral 6.5.3 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

4. Flechas direccionales (M-11.1.1):

Flechas direccionales M-11.1.1 se aplicaron para guiar a los conductores en su circulación hacia la glorieta. De acuerdo con el numeral 6.6.1 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, las flechas tienen una longitud mínima de 3,00 m.

5. Marcas de no estacionar (M-12):

Las guarniciones se pintaron de color amarillo para señalar que está prohibido estacionarse en las proximidades del cruce peatonal y la glorieta, conforme a las regulaciones del Manual de Señalización.

6. Raya separadora continua (M-1)

Para restringir los cambios de carril en zonas donde la maniobra representaría un riesgo, se colocó la marca M-1 “Raya separadora continua”, utilizada para dividir carriles y prohibir el cambio lateral cuando existe un riesgo operativo.

Como se presenta en la Ilustración 59, la propuesta integra las marcas M-2, M-1, M-6, M-12 y las flechas direccionales M-11.1.1 para mejorar el flujo vehicular y la seguridad de los peatones.

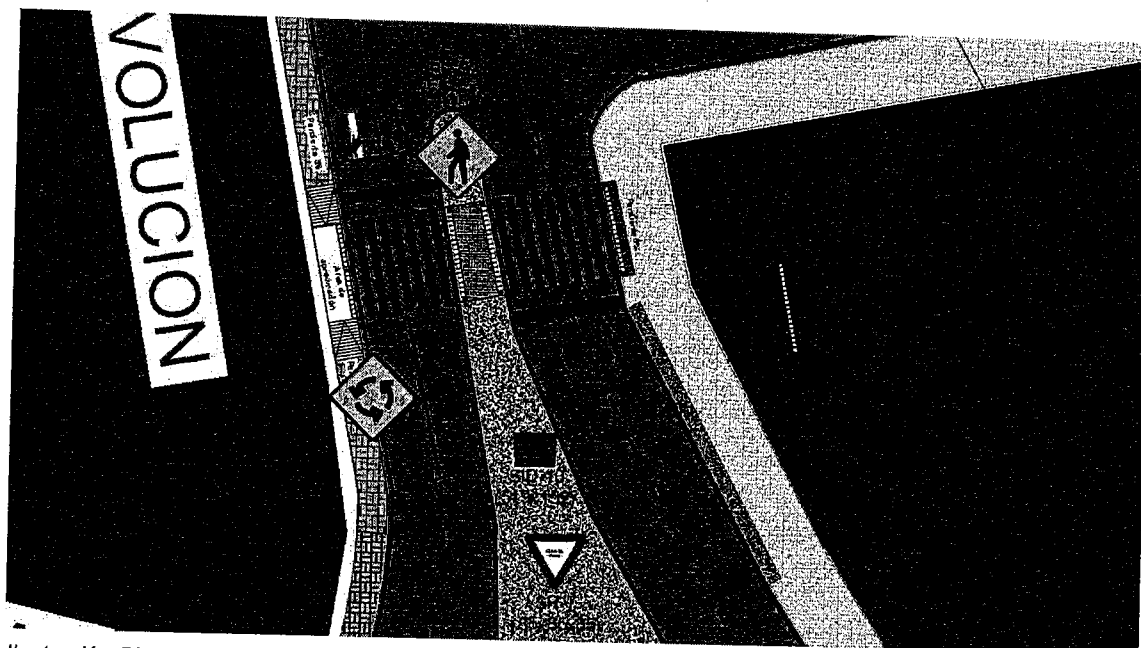


Ilustración 59 Disposición de la señalización horizontal en Av. Revolución Norte, incluyendo M-2, M-1, M-6, M-12 y flechas direccionales M-11.1.1. Fuente: Elaboración propia con base en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

6.7.4 Señalización Vertical

En cuanto a la señalización vertical, se diseñaron las siguientes señales para garantizar la correcta circulación de los vehículos y la seguridad de los peatones, aplicando las normativas correspondientes.

Detalles de la señalización vertical:

1. SP-32 (Precaución, peatones o niños jugando):

Se colocó la señal SP-32 para advertir a los conductores de la presencia de peatones o niños jugando en las proximidades del cruce peatonal. Esta señal se instala en lugares donde se espera una alta afluencia de peatones, especialmente en áreas cercanas a parques.

2. SP-16 (Precaución, curvas):

La señal SP-16 se ubicó antes de la curva que da acceso a la glorieta para advertir a los conductores de la necesidad de reducir la velocidad al tomar la curva. Esta señal

es importante para prevenir accidentes y garantizar que los vehículos puedan ingresar a la glorieta de forma segura.

3. SID-10 (Cruce)

Se incorporó una señal informativa tipo SID-10 en la isla triangular del tramo norte, con el objetivo de orientar al conductor sobre la trayectoria correcta al aproximarse al área de influencia de la glorieta. Su implementación se respalda en el Manual de Señalización (Cap. III.4), el cual establece que este tipo de señales deben colocarse en puntos donde el usuario necesita identificar con claridad su dirección antes de ejecutar un movimiento.

Aunque la configuración clásica de la SID-10 corresponde a entronques de varias ramas, para este diseño se adapta como señal direccional urbana, manteniendo su función normativa de facilitar la decisión de trayectoria y reducir maniobras inseguras en zonas donde convergen flujos vehiculares.

4. SR-7 (Ceda el paso):

En la isla triangular de la glorieta, se instaló la señal SR-7, que cede el paso a los vehículos que se aproximan a la glorieta desde el sentido contrario, asegurando una circulación ordenada y evitando accidentes.

Como se muestra en la Ilustración 60, la señalización vertical se distribuye en puntos estratégicos para advertir y regular la circulación en la zona de influencia de la glorieta

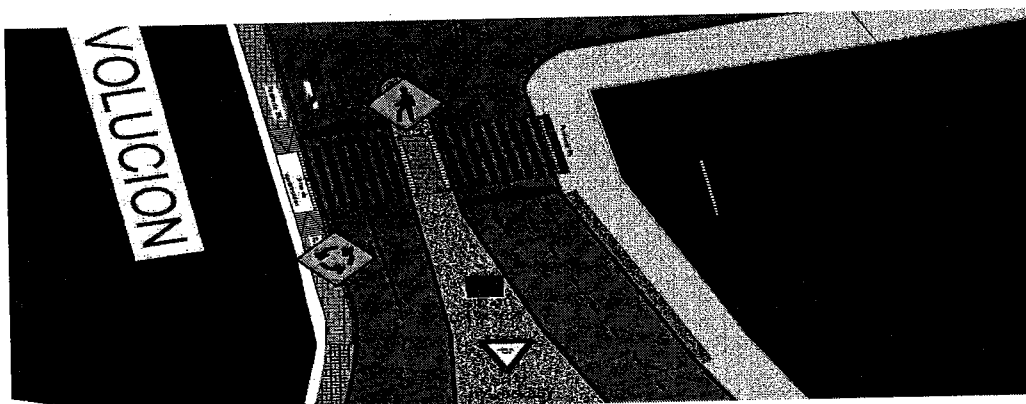


Ilustración 60 Disposición de la señalización vertical en Av. Revolución Norte, mostrando las señales SP-32, SP-16, SID-10 y SR-7, con sus respectivas ubicaciones. Fuente: Elaboración propia con base en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización.

6.8 Tramo 4: Av. Revolución Sur

En el Tramo 4 de la Av. Revolución Sur, ubicado al sur de la glorieta y conformado por un carril por sentido y una faja separadora central de aproximadamente 15.00 m de ancho, se desarrolló una propuesta de rediseño orientada a mejorar la seguridad vial, fortalecer la accesibilidad peatonal y ordenar la operación vehicular. Todas las intervenciones fueron definidas conforme a los criterios de la NOM-004-SEDATU-2023, la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización, integrando elementos normativamente válidos para garantizar seguridad, continuidad peatonal y operación vehicular eficiente.

6.8.1 Banquetas y accesibilidad peatonal

El diseño de banquetas en este tramo respondió a la necesidad de mantener condiciones seguras para los peatones sin reducir significativamente la capacidad operativa de la calzada.

La geometría existente no permitía ampliar la sección peatonal sin afectar el carril de circulación, por lo que se ajustó la sección al ancho mínimo normativo de 1.80 m para la franja de circulación peatonal, conforme a la Tabla 38 “Secciones mínimas de las franjas que integran la banqueteta” de la NOM-004-SEDATU-2023. Como se muestra en la Ilustración 61, la configuración propuesta define las franjas funcionales y conserva los anchos mínimos requeridos.

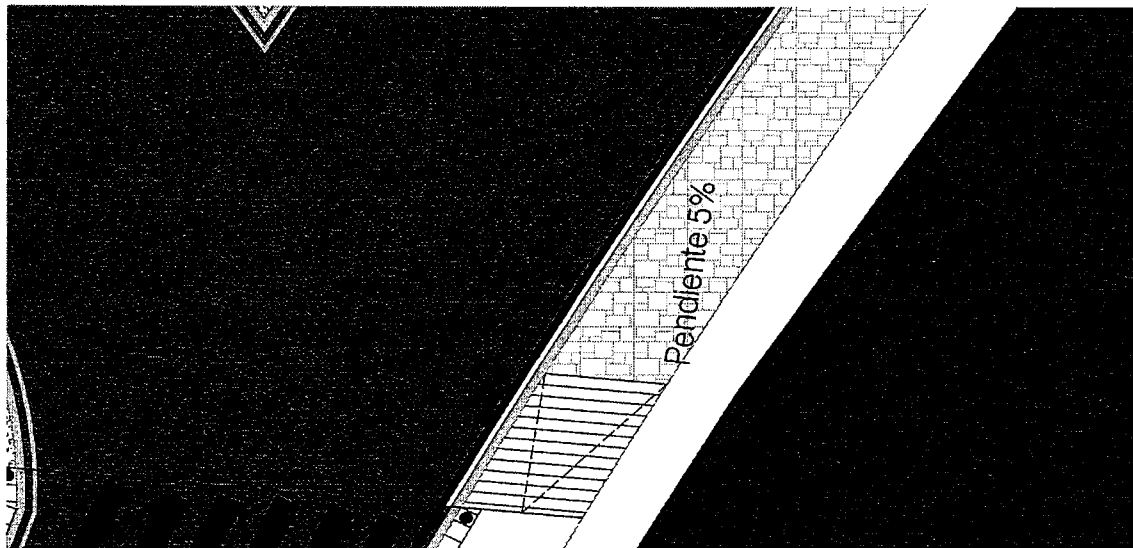


Ilustración 61 Configuración propuesta de banquetas en Av. Revolución Sur, mostrando franjas funcionales y anchos normativos. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-004-SEDATU-2023.

6.8.2 Cruces peatonales

a) Tipo de cruce

En este tramo se localiza un cruce peatonal que atraviesa la faja separadora central de aproximadamente 15.00 m. Debido a esta característica, el cruce corresponde a la categoría “Cruce peatonal en fajas separadoras e islas”, conforme al numeral 8.1.2.2 de la NOM-004-SEDATU-2023, que establece que, cuando las personas usuarias deben cruzar más de cuatro carriles o cuando la faja separadora es amplia, se deben integrar áreas de resguardo para disminuir conflictos entre peatones y vehículos.

Tipo de rampa utilizada
Debido al ancho reducido de la banqueta (1.80 m), se utilizó la Variante 2 de rampas rectas, conforme a lo indicado en la Figura 36 de la NOM-004-SEDATU-2023. Esta variante se aplica cuando la acera es menor a 4.00 m de ancho, e incluye un área rectangular de aproximación, pendiente del cinco por ciento y un área de transición con pendiente del dos por ciento hacia el arroyo vial.

Dimensión del cruce peatonal
De acuerdo con la Tabla 8 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, el cruce peatonal M-7 en calles primarias debe tener una longitud mínima de seis metros. Este valor fue aplicado para garantizar visibilidad, continuidad y seguridad para los peatones.

Pendientes

Las rampas se diseñaron con una pendiente del cinco por ciento, conforme a los criterios de accesibilidad de la NOM-004-SEDATU-2023.

Área de aproximación
El área de aproximación cuenta con pendiente máxima del dos por ciento hacia el arroyo vial, siguiendo lo indicado en el numeral 5.9 de la NOM-004.

b) Señalización horizontal del cruce

La señalización horizontal en el punto de cruce peatonal del Tramo 4 se diseñó para garantizar una lectura clara del entorno vial y reforzar la seguridad tanto de peatones como de conductores. Todas las marcas utilizadas cumplen con las especificaciones dimensionales y funcionales establecidas por la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, asegurando que la operación vehicular y peatonal sea adecuada para una vía primaria.

Raya de alto M-6

Como medida de advertencia y control de aproximación, se incorporaron tres rayas M-6 por cada sentido de circulación. Estas marcas se colocaron respetando la separación mínima de 1.20 m entre cada una, iniciando a 1.20 m antes de la marca M-7, tal como lo establece el numeral 6.3.3 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

La presencia de tres marcas consecutivas proporciona una aproximación progresiva al cruce, fortaleciendo la percepción del conductor y permitiendo una reducción anticipada de velocidad.

Raya para cruce peatonal M-7

El cruce peatonal se delimitó mediante la marca M-7, utilizada para indicar el área destinada al paso seguro de peatones en vías primarias. De acuerdo con la Tabla 8 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, la longitud mínima de esta marca en calles primarias debe ser de 6.00 m, lo cual fue respetado en el diseño.

La M-7 se trazó de manera continua a lo ancho del carril, generando un contraste visual adecuado sobre la superficie de rodamiento y garantizando su visibilidad tanto de día como de noche. La ubicación de la M-7 coincide exactamente con el eje del flujo peatonal, asegurando que la geometría del cruce, las rampas y la trayectoria del usuario sean coherentes y continuas.

c) Pavimento Táctil

Para reforzar las condiciones de accesibilidad universal en el cruce peatonal del Tramo 4 de la Av. Revolución Sur, se integró pavimento táctil de advertencia en los puntos clave de aproximación al cruce. Su incorporación se fundamenta en los lineamientos establecidos en la NOM-004-SEDATU-2023, que exige la presencia de elementos podotáctiles en zonas de

interacción directa entre peatones y vehículos, y en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 9.8.3.1, donde se definen sus características físicas y funcionales.

El pavimento táctil tiene como propósito advertir a las personas con discapacidad visual sobre la proximidad del arroyo vehicular, identificando el inicio del cruce y reforzando la seguridad en la transición entre banqueteta y calzada.

En este tramo se implementó de la siguiente manera:

- Pavimento táctil en banquetetas (lado oriente y lado poniente)

En la parte superior de cada rampa —diseñadas conforme a la Variante 2 para este sector— se colocó una franja transversal de pavimento táctil de advertencia que abarca todo el ancho del cruce peatonal, es decir, los 6.00 m correspondientes a la marca M-7. Esta franja señala el límite entre la franja peatonal continua y la zona de conflicto, asegurando que usuarios con discapacidad visual identifiquen correctamente el punto donde inicia el cruce. Como se observa en la Ilustración 62, se muestra la ubicación del pavimento táctil en las aproximaciones del cruce.

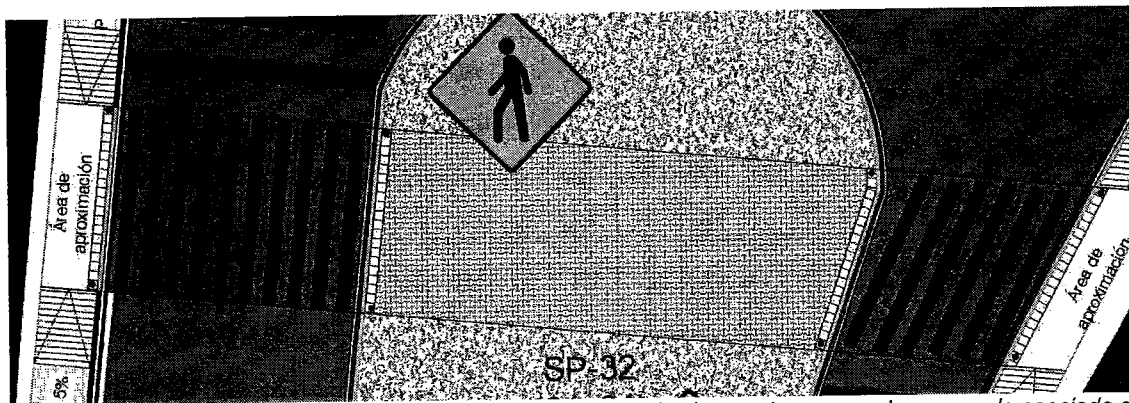


Ilustración 62 Ubicación del pavimento táctil de advertencia en las banquetetas y zona de resguardo asociada al cruce peatonal. Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

d) Elementos de protección y dispositivos diversos

Bolardos DD-10

Para reforzar la seguridad peatonal en el cruce proyectado en el Tramo 4 de la Av. Revolución Sur, se incorporaron bolardos tipo DD-10 como medida de contención física entre la banqueteta y la zona de rodamiento. Su implementación responde a lo establecido en:

- NOM-004-SEDATU-2023, numeral 8.1.1.5, que exige integrar elementos de protección en cruces peatonales donde exista riesgo de invasión del arroyo vehicular.
- NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, numeral 7.8.5, que define a los dispositivos diversos DD-10 como elementos destinados específicamente a impedir el ingreso de vehículos motorizados a espacios peatonales.

En cumplimiento de estas disposiciones, el diseño incorporó bolardos de la siguiente forma:

- Colocación en ambos accesos del cruce peatonal

Los bolardos se dispusieron en los extremos de las rampas de acceso (lado oriente y lado poniente), alineados al borde exterior de la franja peatonal y respetando el ancho libre del cruce. Su función es evitar que vehículos invadan accidentalmente la zona del cruce, especialmente en maniobras de aproximación o desvíos.

- Separación funcional entre elementos

Se adoptó una separación aproximada de 1.50 m, dentro del intervalo permitido por la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 (entre 1.50 y 1.80 m), suficiente para permitir el paso de personas usuarias de sillas de ruedas, carreolas y peatones en general, y al mismo tiempo restringir el acceso a vehículos motorizados.

- Material y visibilidad

Los bolardos se especificaron en color gris mate con superficie retrorreflectante, siguiendo la recomendación del numeral 7.8.5.2 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que indica que los dispositivos deben ser altamente visibles tanto de día como de noche, especialmente en áreas donde se comparte el espacio entre peatones y vehículos.

- Integración con la accesibilidad

Los bolardos se instalaron fuera del área de circulación peatonal, respetando la franja libre establecida en la Tabla 38 de la NOM-004-SEDATU-2023, de manera que no interfieran con el flujo peatonal continuo ni reduzcan la accesibilidad universal.

Con esta propuesta, los bolardos DD-10 cumplen la doble función de proteger físicamente el cruce peatonal y reforzar la legibilidad vial, contribuyendo a que los usuarios identifiquen con mayor claridad la presencia del cruce y del tránsito peatonal en esta sección de la avenida.

6.8.3 Señalización horizontal vial

Dado que el tramo cuenta con un solo carril por sentido, la señalización horizontal se diseñó para reforzar la seguridad del cruce peatonal, ordenar la aproximación a la glorieta y mejorar la visibilidad para conductores y peatones.

Raya de alto M-6

Se colocaron tres marcas M-6 en cada sentido, separadas 1.20 m entre sí, iniciando a 1.20 m antes del cruce, en concordancia con lo establecido en el numeral 6.3.3 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

Flechas direccionales M-11.1.1

Se instaló una flecha direccional por sentido, con longitud mínima de tres metros, conforme al numeral 6.6.1 de la NOM-034. Estas flechas se ubicaron antes de las marcas M-6 para orientar al conductor.

Raya en la orilla derecha M-3.1

Se aplicó una línea continua M-3.1 de 0.10 m de ancho, color blanco, para delimitar la orilla derecha de la calzada, cumpliendo lo establecido en el numeral 6.7.1 de la NOM-034.

Delimitación de la faja separadora

El contorno de la faja separadora de 15.00 m se delimitó mediante la marca M-3.2 (raya continua izquierda), color amarillo, colocada a 10 cm de la guarnición y con ancho de 0.10 m, conforme al inciso 5.5.2 de la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

Guarnición amarilla

Las guarniciones se pintaron en color amarillo en las esquinas como indicación de zona prohibida para estacionar, conforme al numeral 6.12 de la NOM-034 sobre zonas de restricción.

Como se muestra en la Ilustración 63, se presenta la ubicación general de la señalización horizontal propuesta para el tramo.

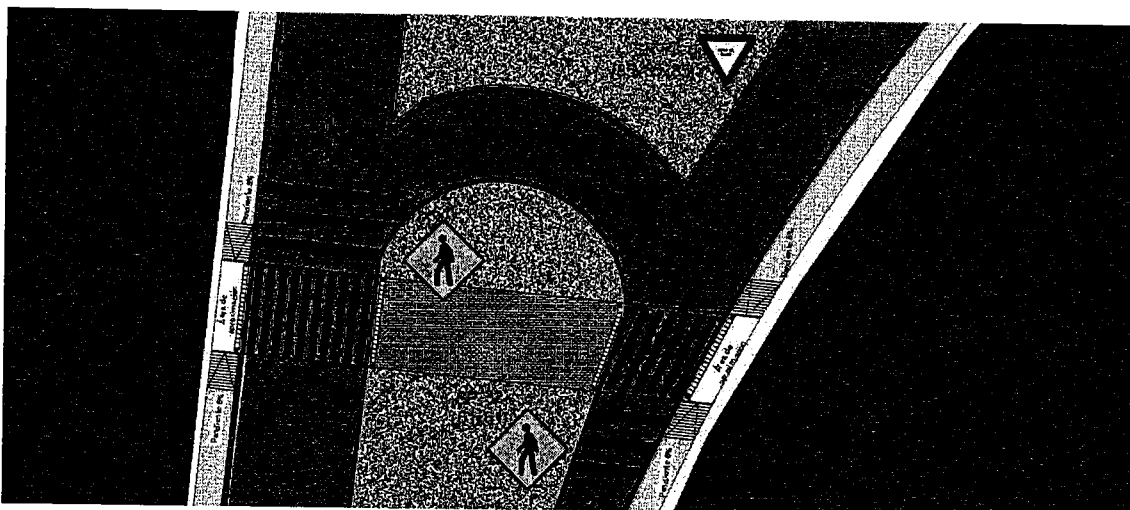


Ilustración 63 Ubicación de la señalización horizontal propuesta para Av. Revolución Sur (marcas M-6, M-11.1.1, M-3.1, M-3.2 y zonas de restricción). Fuente: Elaboración propia con base en NOM-034-SCT2/SEDATU-2022.

6.8.4 Señalización vertical

La señalización vertical fue diseñada para advertir sobre la presencia del cruce peatonal, orientar a los vehículos en la aproximación a la glorieta y ofrecer información direccional. Las señales cumplen con los criterios de visibilidad, tiempos de anticipación y jerarquía normativa establecidos en la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización.

Señales en la isla norte

- SR-7 “Ceda el paso”. Ubicada en la nariz de la isla para regular la incorporación hacia la glorieta, conforme al numeral 7.9.2 de la NOM-034.
- SID-10 “Cruce / Destinos”. Colocada como señal decisiva para orientar al conductor, conforme al capítulo III.4-39 del Manual de Señalización.
- SID-8 “Informativa de servicios o zonas urbanas”. Señal de apoyo informativo ubicada en el acceso norte de la isla.
- SP-32 “Precaución: peatones o niños”, instalada en versión doble cara para que sea visible en ambos sentidos.

Señales en la isla sur

- SP-32. Dos señales de advertencia colocadas antes del cruce, conforme a numeral 7.10.2 de la NOM-034.
- SP-16. Señal de advertencia por curva, ubicada en la banqueta oriente.
- Señal turística SID-T, ubicada más al sur para orientar sobre destinos locales.
- SR-6 "Alto". Ubicado únicamente para el sentido oriente-poniente, a 10 m antes de la intersección, siguiendo el numeral 7.9.1 de la NOM-034.

Como se presenta en la Ilustración 64, se muestra la distribución de la señalización vertical propuesta en el tramo.

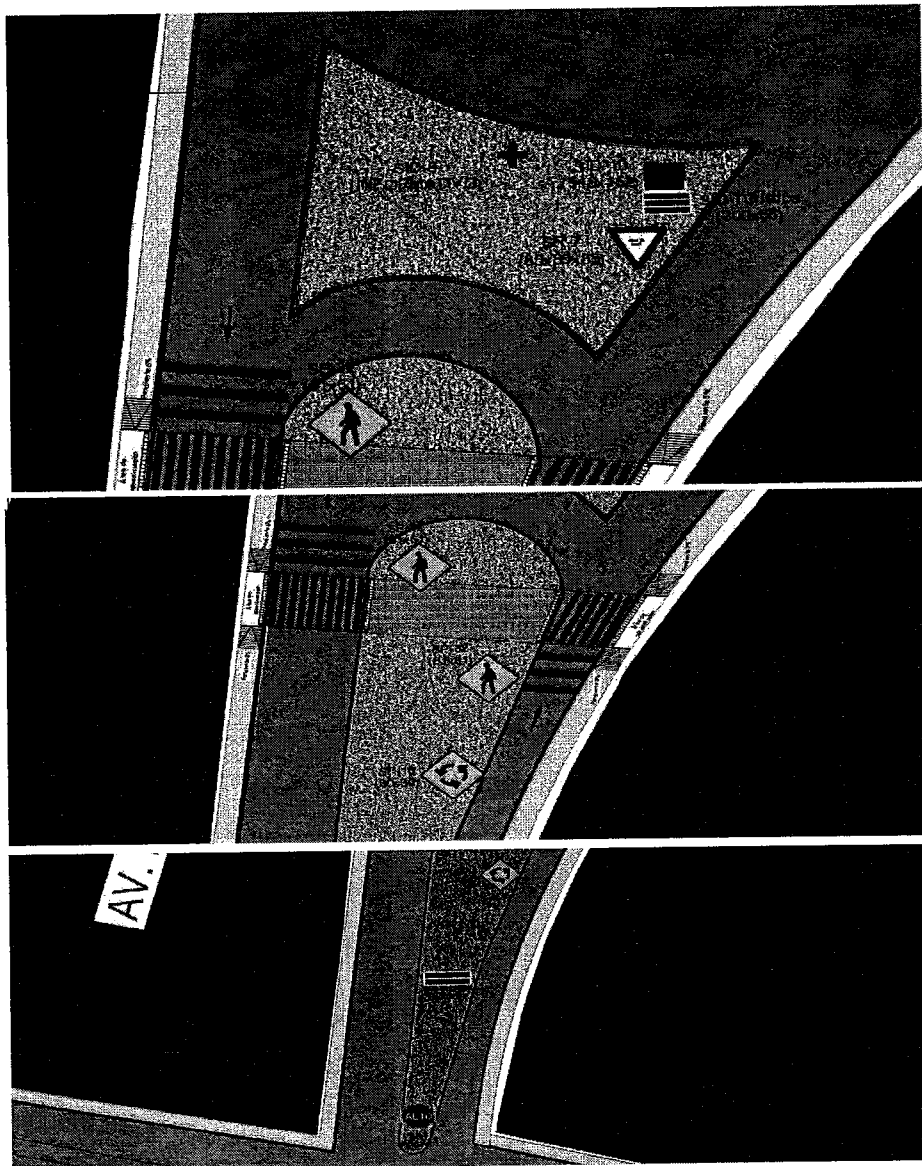


Ilustración 64 Señalización vertical propuesta en Av. Revolución Sur conforme a NOM-034- pág. 123 SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización. Fuente: Elaboración propia.

6.9 Glorieta

Se implementó la **raya guiadora de carriles (M-4.2)** para mejorar la transición entre los carriles que ingresan a la glorieta. Esta raya permite a los conductores identificar claramente la trayectoria a seguir y facilita el flujo del tránsito dentro de la glorieta. La raya se diseñó con una separación de segmentos conforme a lo establecido por la norma, garantizando así que el tránsito sea dirigido de manera eficiente y segura.

En el contorno de la glorieta, se colocó una **raya continua (M-3.1)** a **10 cm** de la guarnición de la glorieta, con el fin de reforzar la delimitación del área vehicular y evitar que los vehículos invadan las áreas verdes. Este detalle es clave para asegurar que los vehículos mantengan su trayectoria dentro de la glorieta y no se desvíen hacia la zona de jardín o hacia otras áreas no designadas para la circulación. Como se muestra en la Ilustración 65, se presenta el diseño general de la glorieta y la disposición de las marcas propuestas.

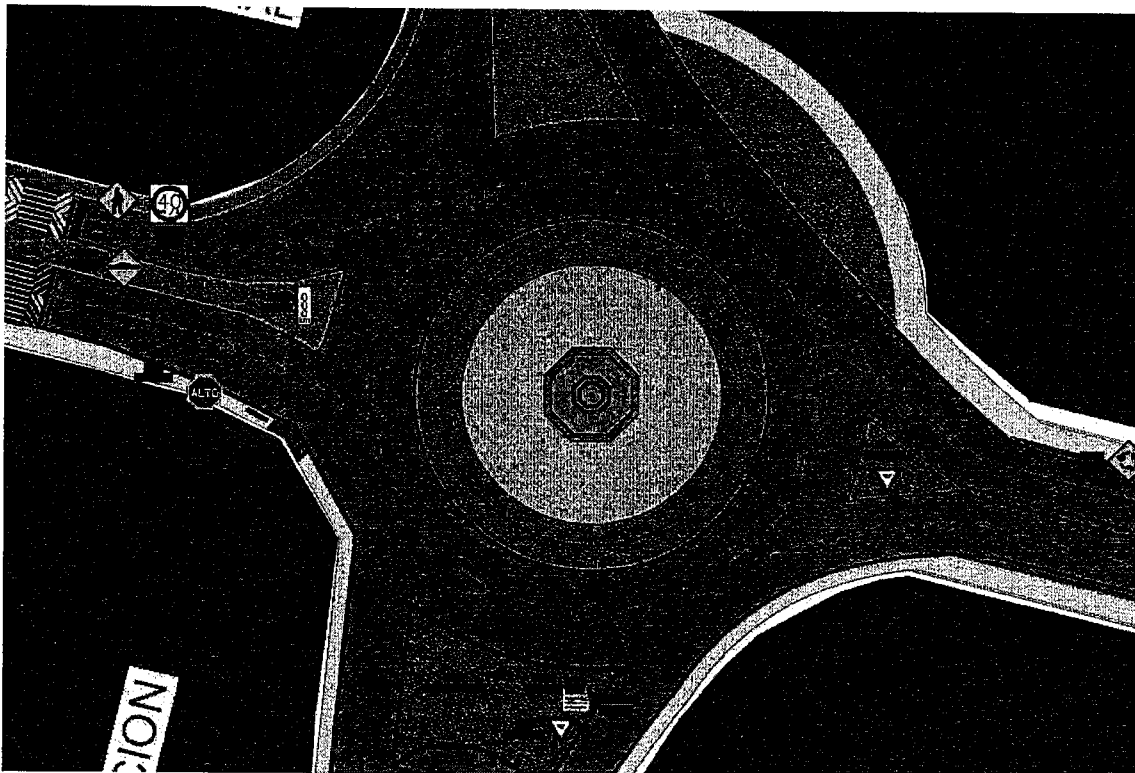


Ilustración 65 Diseño de glorieta en la intersección Av. Revolución y Av. Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia.

6.10 Alumbrado público y control de vegetación

Con base en la inspección nocturna del apartado 6.2.4, se identificaron luminarias apagadas y zonas con cobertura no uniforme, particularmente en banquetas y áreas próximas a cruces, lo que reduce la visibilidad de peatones y la lectura de la señalización, incrementando el riesgo durante la operación nocturna. En consecuencia, se propone un programa de mantenimiento correctivo orientado a restituir condiciones mínimas de visibilidad y seguridad vial en el área de influencia de la intersección. Las acciones recomendadas son: (i) reposición o reparación de luminarias fuera de servicio (apagadas, con parpadeo o vibración), (ii) reorientación de luminarias con mala dirección del haz luminoso hacia banquetas, cruces y puntos de ascenso/descenso, y (iii) poda y control de vegetación que obstruye la iluminación en la franja peatonal. Estas medidas priorizan los tramos con zonas de sombra y los puntos de cruce, con el fin de mejorar la percepción de seguridad y reducir el riesgo para usuarios vulnerables.



7. DISCUSIÓN

La discusión integra los hallazgos del levantamiento en campo, los resultados de aforos y el análisis de siniestralidad con el contraste normativo, con el propósito de interpretar los mecanismos de riesgo y justificar técnicamente las prioridades de intervención. Esto es congruente con el objetivo general del proyecto, orientado a elaborar un diagnóstico técnico de la intersección Av. Álvaro Obregón–Av. Revolución y proponer mejoras viables bajo criterios vigentes. Asimismo, se alinea con los objetivos específicos: (i) diagnosticar el estado actual de la infraestructura, (ii) analizar el comportamiento de los flujos y conflictos operativos, (iii) incorporar la siniestralidad histórica y (iv) elaborar una propuesta de rediseño geométrico y de señalización.

Desde la perspectiva de auditoría de seguridad vial, la evidencia debe interpretarse como un sistema: el riesgo rara vez proviene de un solo elemento aislado, sino de la interacción entre geometría, control del tránsito, legibilidad, accesibilidad y condiciones de visibilidad. La literatura sobre auditorías viales coincide en que los entornos con múltiples tareas simultáneas (selección de trayectoria, lectura de prioridades, anticipación de maniobras y cruce peatonal) se vuelven críticos cuando la infraestructura pierde consistencia y previsibilidad (Turner et al., 2010; Grzebieta et al., 2013). En este marco, el enfoque de Sistema Seguro aporta una lógica clave: el sistema debe reducir la probabilidad de conflicto y, si ocurre un error humano, evitar que éste se convierta en lesión grave mediante “capas” complementarias de protección (ITF & OECD, 2022).

7.1 Interpretación técnica de los resultados

Los resultados indican que la problemática principal de la intersección no se limita al deterioro puntual de elementos, sino a la pérdida de continuidad funcional, legibilidad y predictibilidad del espacio vial. En una intersección urbana con alta interacción entre movimientos, estas condiciones incrementan la variabilidad en la conducción y elevan la probabilidad de conflicto; además, el riesgo es mayor para usuarios vulnerables, quienes dependen de cruces formalizados, visibilidad y control efectivo para desplazarse con seguridad (OMS, 2023).

En términos operacionales, el aforo direccional muestra que el sistema presenta movimientos dominantes: el Movimiento 1 concentra aproximadamente el 54% de los 900 vehículos registrados durante el periodo de muestreo (485 vehículos), y los accesos de Av. Álvaro Obregón (direcciones norte y sur) concentran los mayores volúmenes, por encima del acceso de Av. Revolución. Esta distribución respalda que la intervención no debe ser únicamente correctiva, sino dirigida a ordenar trayectorias y reducir conflictos en las aproximaciones con mayor demanda, fortaleciendo la anticipación y el cumplimiento de prioridades.

En infraestructura peatonal, se observan discontinuidades, obstrucciones y tramos con ancho funcional reducido que degradan la ruta accesible y fuerzan cambios de trayectoria fuera de la franja de circulación. Esto incrementa la exposición del peatón al arroyo vehicular precisamente en puntos donde el conductor enfrenta alta carga de tarea (lectura del cruce, giros, incorporaciones y decisión de trayectoria). Normativamente, este desempeño se contrapone con los criterios de continuidad, secciones mínimas y organización de franjas establecidos por la NOM-004-SEDATU-2023 para banquetas. El mecanismo de riesgo es consistente: desvío obligado + proximidad vehicular + mayor complejidad operativa = mayor probabilidad de interacción peatón-vehículo.

En cruces peatonales, la condición inicial (cruces informales, falta de alineación, ausencia de rampas accesibles y de advertencia táctil) constituye un incumplimiento funcional, ya que el cruce deja de ser un punto controlado y se convierte en una interacción improvisada. Técnicamente, esto eleva el riesgo por dos vías: (1) aumenta la variabilidad de la trayectoria peatonal (cada usuario cruza “donde puede”), y (2) disminuye la predictibilidad para el conductor, sobre todo si el cruce no está respaldado por demarcación visible, control previo (por ejemplo, “alto”) y elementos de protección. En la literatura, la visibilidad, la alineación del cruce y la claridad de la prioridad son factores que inciden directamente en la seguridad peatonal y en la capacidad del conductor para anticipar un cruce (Vardaki, 2018).

Respecto a señalización horizontal, la presencia de marcas deslavadas o inexistentes y cruces poco perceptibles implica una pérdida de jerarquías visuales. De acuerdo con la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, la demarcación cumple un rol operativo: guía trayectorias, ordena prioridades y reduce decisiones tardías (por ejemplo, mediante marcas como la raya de alto y la demarcación de cruces). Cuando esta “capa” falla, aumenta la variabilidad en la

conducción: invasiones de carril, frenados tardíos, cambios repentinos y conflictos laterales. El riesgo, por tanto, no es estético; es operativo, porque se deteriora la lectura del entorno justo en una zona donde confluyen flujos y maniobras.

En señalización vertical, el deterioro, la mala orientación o la ubicación ineficiente reducen la oportunidad del mensaje y, con ello, la anticipación. Operativamente, la falla se traduce en decisiones tardías y maniobras imprevistas, lo cual es especialmente crítico en aproximaciones a intersecciones donde el conductor requiere información temprana para reducir velocidad y seleccionar trayectoria.

En iluminación, la inspección nocturna evidencia cobertura no uniforme y fallas puntuales (luminarias fuera de servicio u obstrucciones por vegetación), lo que reduce la detección temprana de peatones y disminuye la efectividad real de la señalización horizontal durante la noche. Esto reduce el tiempo de reacción del conductor y baja la probabilidad de reconocer oportunamente un cruce o un usuario vulnerable, especialmente con lluvia o baja reflectancia. Por ello, el mantenimiento correctivo (reposición/repación de luminarias, reorientación puntual y poda/control de vegetación) no es accesorio: es una medida que recupera visibilidad y refuerza el desempeño de las demás capas (demarcación y lectura del entorno).

Finalmente, el análisis de siniestralidad es coherente con estas deficiencias. En la base filtrada se identifica un pico alrededor de las 08:00 h y concentraciones secundarias en el periodo 17:00–21:00 h, lo cual sugiere mayor exposición al riesgo en horarios de actividad urbana. Además, predominan eventos asociados a atropellamientos y colisiones, reforzando la necesidad de priorizar medidas orientadas a usuarios vulnerables y al control/legibilidad del entorno vial. En términos interpretativos: cuando el sistema pierde continuidad y jerarquías, aumenta la probabilidad de conflicto; y si además faltan capas de protección (demarcación clara, advertencia/regulación oportuna y visibilidad nocturna), el error inevitable puede traducirse en consecuencias más severas (ITF & OECD, 2022).

7.2 Comparación entre estado actual y rediseño propuesto

La diferencia clave entre el estado actual y el rediseño propuesto es que la propuesta reconstruye la arquitectura de control del cruce: vuelve más predecibles las trayectorias,

formaliza los puntos de interacción y prioriza al usuario vulnerable mediante medidas físicas y operacionales alineadas a normativa.

En banquetas, el rediseño mejora el desempeño porque restituye continuidad, organiza franjas funcionales y reduce invasiones a la franja de circulación peatonal conforme a NOM-004-SEDATU-2023. Interpretativamente, esto reduce exposición al arroyo vehicular, disminuye conflictos derivados de desvíos forzados y eleva la accesibilidad efectiva, lo cual es especialmente relevante en entornos con interacción compleja y alta demanda vehicular.

En cruces peatonales, al formalizar la geometría (alineación), incorporar rampas accesibles (según variante aplicable), pavimento táctil, señalización vertical pertinente y marcas normativas, se pasa de una interacción improvisada a una interacción controlada. Esto reduce incertidumbre para el conductor, mejora predictibilidad y concentra el conflicto peatón-vehículo en puntos donde el sistema puede proteger.

En señalización horizontal y vertical, la propuesta restituye jerarquías visuales y mensajes consistentes: demarcación de cruces, control previo (por ejemplo, raya de alto), guía direccional y delimitaciones/canalizaciones conforme a NOM-034 y al Manual aplicable. Técnicamente, esto reduce decisiones tardías y hace que la operación dependa menos del criterio individual y más de reglas visibles y coherentes.

En fajas separadoras y dispositivos, la canalización y la protección (por ejemplo, refugios o segregación donde aplique) disminuyen invasiones y minimizan consecuencias ante errores de trayectoria. Esto es consistente con el enfoque de “capas” del Sistema Seguro: si la demarcación o la conducta fallan, la presencia de medidas físicas puede reducir severidad.

En alumbrado público, la inclusión explícita de reposición/reparación de luminarias fuera de servicio, reorientación puntual y poda/control de vegetación es una intervención de alto valor porque restituye visibilidad nocturna de banquetas, cruces y demarcación, reforzando el desempeño del conjunto. En síntesis, el rediseño propuesto es coherente con una estrategia integral: geometría + demarcación + señalización + visibilidad + medidas de protección, con prioridad en usuarios vulnerables (ITF & OECD, 2022; OMS, 2023). Además, este tipo de intervenciones integrales en infraestructura urbana se ha asociado en la literatura con mejoras

en seguridad vial cuando se actúa de forma coordinada sobre el entorno y los puntos de conflicto (Cárdenas-Cárdenas et al., 2023).

7.3 Limitaciones del estudio

Aunque la auditoría de movilidad y seguridad vial permitió obtener resultados sólidos y fundamentados, existen limitaciones inherentes al alcance, a las ventanas de observación y a la disponibilidad de información. En primer lugar, los aforos vehiculares y peatonales se realizaron en horarios específicos y bajo ventanas concretas, por lo que no se capturan todas las variaciones horarias, diarias y estacionales (por ejemplo, lluvia intensa, incidentes viales, eventos cercanos). Por ello, los volúmenes registrados describen el comportamiento del cruce en el periodo evaluado, pero no representan la totalidad de escenarios de demanda posibles.

Asimismo, no fue posible desarrollar modelaciones avanzadas de capacidad (V/C) ni simulaciones microscópicas con software especializado, lo cual limita la cuantificación del impacto del rediseño en desempeño operativo (demoras, colas y niveles de servicio) bajo condiciones variables. Sin embargo, esta limitación no impide identificar riesgos e incumplimientos funcionales, dado que la auditoría se apoya en evidencia directa en campo y contraste con lineamientos normativos aplicables.

Otro aspecto es el subregistro natural de siniestros, asociado a eventos no reportados o diferencias en criterios de captura. En consecuencia, la siniestralidad se interpreta como indicador de patrones y zonas prioritarias de intervención, complementado con la evidencia observada (condiciones físicas, legibilidad vial, exposición de usuarios vulnerables y operación nocturna).

Finalmente, varias decisiones de diseño estuvieron condicionadas por restricciones físicas del entorno (derecho de vía, equipamiento urbano, accesos consolidados y radios de giro existentes). Esto obligó a realizar ajustes finos, priorizando el cumplimiento normativo y la seguridad vial sin comprometer de forma crítica la operación vehicular. La verificación del impacto real deberá realizarse tras la implementación, mediante seguimiento en campo, inspecciones periódicas y, de ser posible, mediciones posteriores de volúmenes, velocidades y siniestralidad. A pesar de estas limitaciones, el estudio cumple con los objetivos: aporta un

diagnóstico técnico robusto, identifica mecanismos de riesgo sustentados por evidencia y plantea medidas viables, normadas y justificadas.

8. CONCLUSIONES

8.1 Logros técnicos y académicos del proyecto

Durante el desarrollo de esta residencia profesional apliqué de forma integral conocimientos de Ingeniería Civil en un caso real de análisis, diagnóstico y rediseño urbano. En relación con el objetivo específico 1 (diagnosticar condiciones actuales), el levantamiento en campo, los aforos y el contraste normativo permitieron caracterizar el estado físico y operativo de la intersección en infraestructura peatonal, señalización y condiciones de visibilidad, incluyendo la revisión nocturna del alumbrado público.

Respecto al objetivo específico 2 (identificar factores de riesgo y condiciones inseguras), el diagnóstico evidenció que los principales riesgos se asocian a la pérdida de continuidad peatonal, a la baja legibilidad de la demarcación y a puntos donde la visibilidad disminuye en operación nocturna. Un hallazgo técnico clave fue que, para garantizar circulación peatonal conforme a la NOM-004-SEDATU-2023, se planteó banqueta de 4.00 m en tramos con disponibilidad (vialidad principal) y, donde existieron restricciones geométricas (principalmente por radios de giro y derecho de vía), se adoptó el mínimo normativo de 1.80 m, priorizando continuidad y accesibilidad sin comprometer de forma crítica la operación vehicular.

Finalmente, en cumplimiento del objetivo específico 3 (formular medidas de mejora), se desarrolló una propuesta técnica viable y normada sustentada en la NOM-004-SEDATU-2023 y la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, integrando cruces peatonales formalizados con geometría alineada, rampas accesibles y señalización coherente con la operación del sitio. En lo técnico, se estableció como criterio que los cruces en vía primaria con marca M-7 mantengan una longitud mínima de 6.00 m y que cuenten con control de aproximación mediante M-6; además, se consideraron criterios de accesibilidad como pendiente máxima de rampa del 5% y áreas de aproximación/descanso con 2% cuando corresponde.

8.2 Valor agregado de mi participación como investigador

Mi participación aportó valor técnico al traducir observaciones de campo en criterios verificables y propuestas aplicables, evitando un diagnóstico únicamente descriptivo. Para cumplir el objetivo específico 1, recopilé información actualizada de geometría, accesibilidad, señalización y entorno mediante inspección estructurada, evidencia fotográfica y mediciones directas, lo que permitió establecer una base objetiva para contrastar con requisitos normativos vigentes.

En cumplimiento del objetivo específico 2, la evaluación permitió identificar condiciones que aumentan la exposición al riesgo, particularmente donde el peatón pierde continuidad o donde la señalización no apoya una lectura clara del entorno vial. Como soporte técnico de la operación observada, se realizaron aforos en ventanas definidas, incluyendo un aforo vehicular de 08:00 a 09:00 h y un aforo peatonal de 09:30 a 10:30 h, información que ayudó a interpretar la dinámica del sitio y a sustentar que la seguridad debe mantenerse incluso cuando la demanda peatonal registrada en una ventana sea baja.

Respecto al objetivo específico 3, el valor agregado se refleja en la elaboración de planos, esquemas y criterios de rediseño listos para implementación. Se definieron elementos de intervención basados en parámetros técnicos (por ejemplo, anchos mínimos de banquetas, longitudes mínimas de cruce, pendientes máximas de accesibilidad y marcas específicas como M-6 y M-7) para que la autoridad cuente con soluciones claras, justificadas y ejecutables.

8.3 Relevancia de las propuestas para la ciudad

Las propuestas desarrolladas tienen relevancia directa para Chetumal porque atienden problemas comunes en intersecciones urbanas: accesibilidad limitada, cruces poco legibles y señalización insuficiente o deteriorada. En relación con el objetivo específico 3, la intervención propuesta prioriza al usuario vulnerable mediante infraestructura peatonal continua y cruces accesibles; el criterio técnico central fue asegurar banquetas de 4.00 m donde el derecho de vía lo permite y, donde no es posible, garantizar al menos 1.80 m como ancho mínimo funcional para la circulación peatonal conforme a la NOM-004-SEDATU-2023.

Asimismo, para reforzar la seguridad operativa (objetivos específicos 2 y 3), la propuesta consolida una lectura clara de la vialidad mediante señalización horizontal y vertical conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022. De manera puntual, se considera la formalización de cruces con marca M-7 de 6.00 m en vías primarias y el control de aproximación con M-6, complementando con marcas y guías (por ejemplo, M-2 y flechas M-11.1.1) para reducir maniobras improvisadas y mejorar la previsibilidad en aproximaciones a la glorieta.

Finalmente, la propuesta es viable y replicable porque combina rediseño con acciones de mejora de rápida implementación. En particular, se incorpora el componente de mantenimiento correctivo del alumbrado público (reposición o reparación de luminarias fuera de servicio y poda/control de vegetación que reduce cobertura), debido a que la visibilidad nocturna influye directamente en la seguridad de banquetas, cruces y demarcación. En conjunto, el proyecto aporta una ruta técnica clara para intervenir intersecciones similares, alineada con normativa vigente y con criterios de accesibilidad y seguridad vial aplicables al contexto urbano de la ciudad.

9. FUENTES DE INFORMACIÓN

Barón, G. (2020). La transición urbana y social hacia un paradigma de movilidad sostenible. Universidad de Palermo. <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/view/3701>

Cárdenas-Cárdenas, L. M., Barrientos Gutiérrez, T., Quistberg, D. A., Chias-Becerril, L., Martínez-Santiago, A., Reséndiz Lopez, H., & Perez Ferrer, C. (2023). One-year impact of a multicomponent, street-level design intervention in Mexico City on pedestrian crashes: A quasi-experimental study. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 77, 140–146. <https://jech.bmj.com/content/77/3/140>

Grzebieta, R. H., Mooren, L., & Job, S. (2013). Introduction (or Reintroduction) to the Safe System Approach. In R. Troutbeck (Ed.), *Roadside safety design and devices: International workshop, July 17, 2012, Milan, Italy* (Transportation Research Circular E-C172, pp. 51–58). Transportation Research Board. <https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec172.pdf>

Igene, M., Luo, Q., Jimée, K., Soltanirad, M., & Sobhani, A. (2024). Integrating LiDAR sensor data into microsimulation models for rear-end conflict prediction. *Sensors*, 24(13), 4393. <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/13/4393>

International Transport Forum, & Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). *Vision Zero for Youth in Mexico City – Case study*. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/itf-safe-system-case-study-mexico-city.pdf>

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME), Universidad de Costa Rica. (2003, julio). *Informe de auditoría técnica de seguridad vial: Carretera Barrio San José–Atenas (Ruta 3)* (Informe No. LM-PI-PV-AT-79-03). <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1088/LM-PI-PV-AT-79-03%20Informe%20Auditor%20C3%ADa%20T%20C3%A9cnica%20de%20Seguridad%20vial%20carretera.%20Barrio%20San%20Jos%C3%A9-Atenas.pdf>

Morelli, V. E. (2015). Análisis configuracional de impactos urbanos: el caso de la Travesía Urbana en Concepción, Argentina. VII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. <https://doi.org/10.5821/SIIU.6219>

Organización Mundial de la Salud. (2023). *Global status report on road safety 2023* [Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2023]. <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023>

Osnaya, L. (2021). Diagnóstico semiótico de un cruce peligroso en la Ciudad de México. *South Florida Journal of Development*. <https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/693>

Rodríguez, J. M. (2014). Auditorías viales e intervenciones para prevenir siniestros. *Revista Digital de Seguridad Vial*. <https://www.redalyc.org/pdf/120/12031816001.pdf>

Samper Ramírez, A., & Gómez Caorsi, D. (2018). Auditorías de seguridad vial en carreteras privadas en Chile. *Carreteras: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera*, (220), 26–34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6568528>

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2024). Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDATU-2023, Estructura y diseño para vías urbanas: especificaciones y aplicación. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5723137&fecha=12/04/2024

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2024). *Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/norma/manual/man361_19jul24.pdf

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, & Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2022). *Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2/SEDATU-2022: Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras*. https://normas.imt.mx/index.php/noms/download/NOM-034-SCT2_SEDATU-2022.pdf

Serrano, R. (2014). Hacia una conceptualización integral de la movilidad urbana. VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. <https://doi.org/10.5821/siiu.5981>

Setyarini, N. L. P. S. E., & Putranto, L. S. (2020). Key factors to become successful road safety auditor. *AIP Conference Proceedings*, 2227(1), 030001. <https://pubs.aip.org/aip/acp/article/2227/1/030001/890558/Key-factors-to-become-successful-road-safety>

Turner, B., Cairney, P., Jurewicz, C., & McTiernan, D. (2010). Recent progress in implementing the Safe System Approach. *The Journal of the Australasian College of Road Safety*, 21, 17. <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.099612845960358>

Vardaki, S., Papadimitriou, E., & Dianis, S. (2018). Addressing education and training needs of road safety auditors. *Cogent Engineering*, 5(1), 1525814. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311916.2018.1525814>