



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAESTRÍA Y DOCTORADO

EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

INTEGRACIÓN DE LA MOVILIDAD NO MOTORIZADA EN LA ZONA DORADA DE LA CIUDAD DE MEXICALI, B.C. CASO DE ESTUDIO CALZADA CETYS

TESIS PARA OBTENER EL GRADO

DE MAESTRA EN URBANISMO, ARQUITECTURA Y DISEÑO

PRESENTA

MAYRA MACIEL TORRES

Correo electrónico UABC: mayra.maciел@uabc.edu.mx

Correo personal: mayra_maciел05@hotmail.com

Identificador ORCID: 0000-0001-8782-9177

Director de tesis: Dr. Alejandro Peimbert Duarte

Identificador ORCID: 0000-0003-4209-0203

Co-Director de tesis: Dr. Elías Páez

Identificador ORCID:

Código QR vinculado al repositorio virtual del PMyDAUD

Mexicali B.C, octubre de 2022



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAESTRÍA Y DOCTORADO

EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

INTEGRACIÓN DE LA MOVILIDAD NO MOTORIZADA EN LA ZONA DORADA DE LA CIUDAD DE MEXICALI, B.C. CASO DE ESTUDIO CALZADA CETYS

TESIS PARA OBTENER EL GRADO

DE MAESTRA EN URBANISMO

PRESENTA

MAYRA MACIEL TORRES

Correo electrónico UABC: mayra.maciel@uabc.edu.mx

Correo personal: mayra_maciel05@hotmail.com

Identificador ORCID: 0000-0001-8782-9177

Director de tesis: Dr. Alejandro Peimbert Duarte

Identificador ORCID: 0000-0003-4209-0203

Co-Director de tesis: Dr. Elías Páez

Identificador ORCID:

Revisor de tesis:

Revisor de tesis:

Revisor de tesis:

Mexicali B.C, octubre 2022.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

CARTA DE APROBACIÓN DE TESIS



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor, cariño y respeto a mi madre María Leticia Torres Sánchez y a mi padre Ramón Abel Maciel Rojas, quienes me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi carrera profesional. Doy gracias a Dios por tenerlos en mi vida ya que su dedicación, paciencia y amor se ven reflejados en mi vida y en mis logros.

A mi esposo Manuel Rodríguez Zatarain, quien con su ejemplo y dedicación me ha inspirado para continuar con mis proyectos personales y me ha motivado a lograr mis objetivos.

A mi hija Julieta, que ha sido mi motivación principal para seguir adelante y superarme cada día para poder brindarle un mejor futuro.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a la Universidad Autónoma de Baja California y a la Facultad de Arquitectura y Diseño por aceptarme en el programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño y así permitirme continuar con mi desarrollo profesional. Agradezco también a la planta de docentes que conforman este programa; a mis maestros, en especial a mi tutor el Dr. Alejandro Peimbert Duarte por su tiempo, su continuo apoyo y sus palabras de aliento para la elaboración de mi tesis.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de mi posgrado, así como al Ayuntamiento de Mexicali Baja California por los permisos otorgados para el desarrollo de la investigación.

Agradezco a mi padre, el Ing. Ramón Abel Maciel Rojas y al Ing. Benjamín Herrera Valeriano por el apoyo constante y supervisión en el desarrollo de la metodología para la recopilación de información, así como al equipo de jóvenes aforadores que contribuyeron en esta investigación, gracias por su dedicación, puntualidad y disciplina.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

RESUMEN

En la ciudad de Mexicali, B.C. la composición de las vialidades presenta un desequilibrio en las formas de desplazamiento con la exclusión de la movilidad no motorizada, lo que provoca el aumento del uso del vehículo particular y con ello el congestionamiento en las horas de máxima demanda sobre las avenidas principales de la ciudad, incluida la Calzada Cetys, en la zona dorada de la ciudad. En donde no existe un programa parcial de desarrollo urbano para esta área que involucre la movilidad urbana sustentable. Por lo que la investigación se basa en la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede atraer a usuarios de la movilidad no motorizada a la Calzada Cetys en la zona dorada de Mexicali para reestructurar la composición vial? El objetivo de la investigación será evaluar la integración de la movilidad no motorizada al considerar un enfoque ambiental, de transporte y de desarrollo urbano. Se involucra el análisis de la accesibilidad de la zona, el flujo de tránsito actual y aspectos de atraktividad urbana, así como la temperatura para la movilidad peatonal y ciclista en ciudades con clima extremo con la finalidad de inducir el tráfico de la movilidad no motorizada en la Calzada Cetys.

Palabras clave: exclusión de la movilidad, movilidad urbana sustentable, movilidad no motorizada, accesibilidad, atraktividad.



ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	22
1.1 Introducción	22
1.2 Planteamiento del problema	28
1.3 Preguntas de investigación	36
1.3.1 Pregunta principal	36
1.3.2 Preguntas secundarias	36
1.4 Hipótesis de la investigación	36
1.5 Variables	36
1.5.1 Variable independiente	36
1.5.2 Variables dependientes	36
1.6 Justificación	37
1.7 Alcances y delimitación de la investigación	38
1.8 Límites de la investigación	39
1.9 Objetivos	40
1.9.1 Objetivo general	40
1.9.2 Objetivos específicos	40
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO- REFERENCIAL	41
2.1 Introducción a la Movilidad Urbana Sustentable	41
2.2 Movilidad urbana sustentable	43
2.2.1 Accesibilidad Urbana	44
2.2.2 Atractividad Urbana	46
2.2.3 Movilidad no motorizada	48
2.2.4 Derecho a la movilidad	51
2.2.5 Tráfico inducido	54
2.2.6 Exclusión de la movilidad no motorizada	55
2.3 Antecedentes	56
2.3.1 Antecedentes internacionales	57
2.3.2 Antecedentes nacionales	59
2.3.3 Antecedentes locales	61
2.4 Marco normativo instrumental de la Movilidad Urbana	62



2.4.1 Marco normativo instrumental de la Movilidad Urbana en el Mundo	62
2.4.2 Marco normativo instrumental de la Movilidad Urbana en México	63
2.4.3 Marco normativo instrumental de la Movilidad Urbana en Mexicali, Baja California	65
2.5 Síntesis conceptual	66
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	68
3.1 Metodología	68
3.2 Características de la investigación	69
3.2.1 Enfoque de estudio	70
3.2.2 Diseño de investigación.....	71
3.2.3 Caso de Estudio	72
3.2.4 Condiciones de la vialidad.....	73
3.2.5 Sección de la vialidad.....	73
3.2.6 Velocidad de la vialidad	75
3.3 Variables	78
3.3.1 Enfoque de Desarrollo Urbano.....	78
3.3.2 Enfoque de Transporte	81
3.3.3 Enfoque Ambiental.....	87
3.4 Personal e Instrumentos	88
3.4.1 Enfoque de Desarrollo Urbano.....	90
3.4.2 Enfoque de Transporte	93
3.4.3 Enfoque Ambiental.....	105
3.5 Procedimiento	106
3.6 Captura de Datos	115
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	116
4.1 Resultados del enfoque de Desarrollo Urbano.....	116
4.1.2 Resultados de encuestas	116
4.2 Resultados del enfoque de transporte.....	122
4.2.2 Resultados de aforos en agosto 2021.....	122
4.2.3 Resultados de aforos en noviembre 2021	130
4.2.3 Simulación de intersecciones	139
4.3 Resultados del enfoque ambiental.....	143
4.3.1 Resultados de temperatura.....	143



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

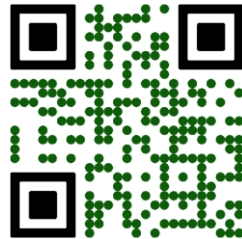
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
5.1 Recomendación de características para la integración de la movilidad no motorizada	146
5.2 Conclusiones	150
ANEXOS	155
REFERENCIAS.....	167



ÍNDICE DE ANEXOS

1. ANEXO 1- AFOROS MECÁNICOS

1.1 Tablas de aforos de volumen vehicular agosto 2021.....	2
1.2 Gráficas de aforos de volumen vehicular agosto 2021.....	14
1.3 Tablas de aforos de volumen vehicular noviembre 2021.....	18
1.4 Gráficas de aforos de volumen vehicular noviembre 2021.....	27
1.5 Reporte fotográfico de instalación de contadores mecánicos.....	33



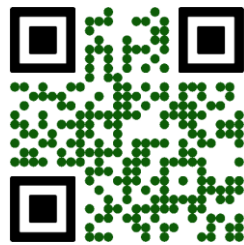
<https://drive.google.com/file/d/16vVkMnpRiCUNZnuwmsDIVfUu-nnjKW8g/view?usp=sharing>

2. ANEXO II- AFOROS VEHICULARES

2.1 Aforos de clasificación vehicular.....	2
2.1.1 Reporte fotográfico de aforos de clasificación vehicular 2021.....	9
2.2 Aforos direccionales agosto 2021.....	11
2.2.1 Aforos direccionales Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.....	12
2.2.2 Aforos direccionales Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....	21
2.2.3 Aforos direccionales Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....	28
2.2.4 Aforos direccionales Calz. Cetys y Calle Cuarta.....	36
2.2.4 Aforos direccionales Calz. Cetys y Calle Novena.....	45
2.3 Aforos direccionales noviembre 2021.....	52



2.3.1 Aforos direccionales Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.....	53
2.3.2 Aforos direccionales Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....	65
2.3.3 Aforos direccionales Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....	76
2.3.4 Aforos direccionales Calz. Cetys y Calle Cuarta.....	85
2.3.4 Aforos direccionales Calz. Cetys y Calle Novena.....	94
2.4 Croquis de aforos direccionales agosto 2021.....	105
2.4.1 Croquis direccionales Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.....	106
2.4.2 Croquis direccionales Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....	110
2.4.3 Croquis direccionales Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....	114
2.4.4 Croquis direccionales Calz. Cetys y Calle Cuarta.....	118
2.4.4 Croquis direccionales Calz. Cetys y Calle Novena.....	122
2.5 Croquis de aforos direccionales noviembre 2021.....	126
2.5.1 Croquis direccionales Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.....	127
2.5.2 Croquis direccionales Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....	132
2.5.3 Croquis direccionales Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....	137
2.5.4 Croquis direccionales Calz. Cetys y Calle Cuarta.....	142
2.5.5 Croquis direccionales Calz. Cetys y Calle Novena.....	147
2.6 Aforos de accesos.....	152



<https://drive.google.com/file/d/1KJ8IoOSd2sKnUzXsYKGu1ZcYogZ3CBcH/view?usp=sharing>



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

3.- ANEXO III- AFOROS PEATONALES Y CICLISTAS

3.1 Aforos peatonales y ciclistas agosto 2021.....2

3.1.1 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.....3

3.1.2 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....10

3.1.3 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....23

3.1.4 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Calle Cuarta.....31

3.1.5 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Calle Novena.....41

3.2 Croquis de aforos peatonales y ciclistas agosto 2021.....48

3.2.1 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.....49

3.2.2 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....54

3.2.3 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....59

3.2.4 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Calle Cuarta.....64

3.2.5 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Calle Novena.....69

3.3 Tabla de resumen de aforos peatonales y ciclistas agosto 2021.....74

3.4 Gráficas de aforos peatonales y ciclistas agosto 2021.....81

3.5 Aforos peatonales y ciclistas noviembre 2021.....86

3.5.1 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.....87

3.5.2 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....97

3.5.3 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....113

3.5.4 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Calle Cuarta.....124

3.5.5 Aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Calle Novena.....134

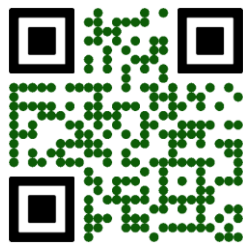
3.6 Croquis de aforos peatonales y ciclistas noviembre 2021.....141

3.6.1 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.....142

3.6.2 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....145



3.6.3 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....	150
3.6.4 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Calle Cuarta.....	155
3.6.5 Croquis de aforos peatonales y ciclistas Calz. Cetys y Calle Novena.....	160
3.7 Tabla de resumen de aforos peatonales y ciclistas noviembre 2021.....	165
3.8 Gráficas de aforos peatonales y ciclistas noviembre 2021.....	174
3.9 Reporte fotográfico de aforos manuales 2021.....	178



<https://drive.google.com/file/d/1boqzgF0AZhSe93QgF49jnDfVSMg7mXIF/view?usp=sharing>

4.- ANEXO IV- TEMPERATURA

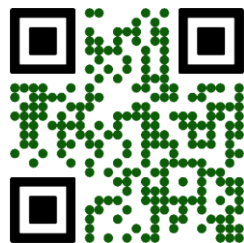
4.1 Tablas de resultados de toma de temperatura agosto 2021.....	2
4.2 Gráficas de resultados de temperatura agosto 2021.....	15
4.3 Tablas de resultados de toma de temperatura noviembre 2021.....	18
4.4 Gráficas de resultados de temperatura noviembre 2021.....	22
4.5 Reporte fotográfico de toma de temperatura.....	25



<https://drive.google.com/file/d/1CyXQ3KDKtDxRIU-ZJ0IabMIkk8ZzbcyX/view?usp=sharing>

5.- ANEXO V- ENCUESTAS ORIGEN-DESTINO

5.1 Resultados de encuestas	2
5.2 Tablas y graficas de resultados de encuestas.....	47
5.3 Reporte fotográfico de encuestas.....	63



<https://drive.google.com/file/d/1MpcmQJFOYLqUfRWE33t9BOFne93dNw6O/view?usp=sharing>



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Uso de suelo en la zona de estudio.....	27
Figura 2. Mapa de la ciudad de Mexicali en relación a Calexico y sus puertos fronterizos.....	29
Figura 3. Crecimiento de la población en la ciudad de Mexicali	30
Figura 4. Crecimiento del parque vehicular en Mexicali.....	30
Figura 5. Características del entorno urbano en Mexicali, B.C.	32
Figura 6. Ej. de centros comerciales en la zona dorada.	33
Figura.7. Ruta CETYS- Abasolo	34
Figura 8. Circulación de ciclistas sobre Calz. Cety.....	35
Figura 9. Índice de caminabilidad en la zona de estudio	38
Figura 10. Pirámide de jerarquía de la movilidad urbana.....	53
Figura 11. Esquema metodológico general de la integración de la Movilidad no Motorizada.	69
Figura 12. Esquema metodológico general de la integración de la Movilidad no Motorizada	71
Figura 13. Delimitación de la Calzada Cetys.	72
Figura 14. Cinta métrica.	74
Figura 15. Sección de la Calzada Cetys al año 2021-2022.....	75
Figura 16. Señalamiento de límite de velocidad.....	75
Figura 17. Radar de velocidad Bushnell.....	76
Figura 18. Medición de velocidad sobre Calzada Cetys 2021.....	77
Figura 19. Tiempo de traslado al trabajo (2020)	79
Figura 20. Tiempo de traslado a la escuela (2020).....	79
Figura. 21. Índice de Accesibilidad en Mexicali, B.C.....	80
Figura. 22. Diagrama de variables dentro del Enfoque de Desarrollo Urbano.....	80
Figura 23. Diagrama de variables dentro del Enfoque de Transporte	87
Figura 24. Diagrama de variables dentro del Enfoque Ambiental.	88
Figura 25. Diagrama de Selección de instrumentos.	89
Figura.26. Diagrama de Selección de Personal.	89
Figura 27. Diagrama de Consideraciones para encuesta O/D.	91
Figura 28. Diagrama de Consideraciones para formatos de aforo vehiculares.	93
Figura 29. Diagrama de Consideraciones para formatos de aforos peatonales y ciclistas ..	98



Figura 30. Contador automático de la marca IRD.	101
Figura 31. Manguera de hule.	102
Figura 32. Utilización de Cadena y Candado.	102
Figura 33. Utilización de marro y martillo.	103
Figura 34. Equipo de seguridad del personal.....	103
Figura 35. Equipo necesario para la realización de aforos manuales.	104
Figura 36. Hoja de trabajo de VISSIM.	105
Figura 37. Población de 12 y más.....	106
Figura 38. Reporte fotográfico de elaboración de encuestas en Calzada Cetys.	107
Figura 39. Zona de influencia con un radio de 400 m.....	108
Figura 40. Zona de influencia con un radio de 1000 m.....	109
Figura 41. Ubicación de contadores de aforo automático en intersecciones semaforizadas.	110
Figura 42. Proceso de colocación de Contador Automático.....	111
Figura 43. Proceso de Aforos manuales.	112
Figura 44. Material utilizado para la medición de temperatura.	114
Figura 45. Reporte fotográfico de medición de temperatura en campo.....	114
Figura 46. Resultados Edad de personas encuestadas.	116
Figura 47. Resultados de género de personas encuestadas.....	117
Figura 48. Resultado de inicio de viajes.	117
Figura 49. Resultado del destino de viajes.	118
Figura 50. Resultado del motivo de viaje DE.....	119
Figura 51. Resultado del motivo de viaje A.	119
Figura 52. Resultado de medios de transporte utilizados.	120
Figura 53. Resultados de duración del viaje.	120
Figura 54. Resultados de la frecuencia del viaje.	121
Figura 55. Resultados de la disposición de los usuarios a una bicicleta.....	121
Figura 56. Resultados de mejoras para la movilidad no motorizada.	122
Figura 57. Aforos mecánicos de agosto de 2021 en Calzada Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.	123
Figura 58. Aforos mecánicos de agosto de 2021 en Calzada Cetys y Calle Cuarta.	123
Figura 59. Aforos mecánicos de agosto de 2021 en Calzada Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.	124



Figura 60. Aforos mecánicos de agosto de 2021 en Calzada Cetys y Calle Novena.	125
Figura 61. Resultados de aforos de movilidad no motorizada agosto 2021.	125
Figura. 62. Género de usuarios de movilidad no motorizada agosto 2021.....	127
Figura 63. Edad de usuarios de MNM agosto 2021.	127
Figura. 64. Tipo de bicicleta utilizada por ciclistas agosto 2021.....	128
Figura. 65. Comparación de movilidad en horario matutino de agosto (06:00 horas)	129
Figura. 66. Comparación de movilidad en horario matutino de agosto (15:00 horas)	129
Figura. 67. Comparación de movilidad en horario matutino de agosto (16:00 horas)	130
Figura. 68. Aforos mecánicos de noviembre de 2021 en Calzada Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo	131
Figura. 69. Aforos mecánicos de noviembre de 2021 en Calzada Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.	131
Figura. 70. Aforos mecánicos de noviembre de 2021 en Calzada Cetys y Calle Cuarta. .	132
Figura. 71. Aforos mecánicos de noviembre de 2021 en Calzada Cetys y Calle Novena. 133	133
Figura. 72. Movilidad no motorizada por intersección- noviembre 2021.	134
Figura. 73. Género de usuarios de la movilidad no motorizada- ambos turnos noviembre 2021.	135
Figura. 74. Edad de usuarios de movilidad no motorizada noviembre 2021.....	136
Figura. 75. Tipo de bicicleta utilizada por ciclistas, noviembre de 2021.	136
Figura. 76. Comparación de movilidad en horario matutino de noviembre (06:00 horas).137	
Figura. 77. Comparación de movilidad en horario matutino de noviembre (15:00 horas).137	
Figura. 78. Comparación de movilidad en horario matutino de noviembre (16:00 horas).138	
Figura. 79. Simulación de Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.	139
Figura. 80. Simulación de Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....	140
Figura. 81. Simulación de Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....	141
Figura. 82. Simulación de Calz. Cetys y Calle Cuarta	141
Figura. 83. Simulación de Calz. Cetys y Calle Novena.....	142
Figura. 84. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.	143
Figura. 85. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.....	144
Figura. 86. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.....	144



Figura. 87. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Calle Cuarta.....	145
Figura. 88. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Calle Novena.....	145
Figura 89. Sección propuesta para Calzada Cetys.....	147
Figura 90. Simulación de sección propuesta.....	148
Figura 91. Simulación de sección propuesta.....	148
Figura 92. Simulación de sección propuesta	149



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Vialidades con un Registro Mayor de Accidentes de Tránsito en la Ciudad	26
Tabla 2. Comparación entre movilidad motorizada y no motorizada.....	50
Tabla 3.- Características metodológicas de la investigación con enfoque cuantitativo.....	70
Tabla 4. Registro de velocidad para corroboración de límite establecido.	77
Tabla 5. Diseño de Encuesta Preliminar de Origen/Destino	92
Tabla 6. Diseño final de formato de aforos de composición vehicular	95
Tabla 7. Diseño final de formato de aforos direccionales	96
Tabla 8. Diseño final de formato de aforos de accesos	97
Tabla 9. Diseño final de formato de aforo peatonal	99
Tabla 10. Diseño final de formato de aforo peatonal	100



LISTADO DE ABREVIATURAS, CARACTERES Y SÍMBOLOS

Bulevar	Blvr.
Calzada	Calz.
Ejemplo	Ej.
Figura	Fig.
Metro	m.
Movilidad no motorizada	MNM
Movilidad motorizada	MM
Página	p.
Paginas	pp.
Sin fecha	S.f.
Turno matutino	TM
Turno vespertino	TV.
Volumen	Vol.
Volúmenes	Vols.
Kilometro por hora	



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Las ciudades son sistemas en donde habita parte de la población y en donde se realizan desplazamientos para que la comunidad lleve a cabo actividades de la vida cotidiana, estos viajes pueden ser tan esenciales como para ir al trabajo o la escuela y de menor jerarquía como los viajes motivados por la recreación. De cualquier manera, el moverse dentro de la ciudad es fundamental y estos traslados se han visto condicionados por la disposición de los usos de suelo y el crecimiento de la mancha urbana. La movilidad urbana y su gestión se ha vuelto determinante para la calidad de vida de los habitantes, de tal manera que incide en la seguridad, salud y economía de los habitantes de las ciudades.

La Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía (2018) define la movilidad urbana como el movimiento de bienes y personas dentro de las ciudades en base a cualquier medio en el que decidan desplazarse, esto puede ser a pie, en bicicleta, en transporte público o automóvil privado. Al año 2021 en la ciudad de Mexicali, se presentan diversas problemáticas que resultan de la gestión de la movilidad urbana que ha priorizado el desplazamiento del vehículo motorizado particular por encima del transporte público y de los modos no motorizados, por lo que su movilidad se ve limitada.

La ciudad de Mexicali se sitúa en el estado de Baja California, en el noroeste de México. El clima es de tipo cálido seco extremoso, con temperaturas promedio de máximas de 42 °C (con máximas extremas de 49 °C) y temperaturas promedio de mínimas de 8 °C, (con mínimas extremas de - 3 °C) (Luna, 2008). Esta ciudad es fronteriza con Calexico, California en Estados Unidos y comparte su origen con ella. De acuerdo con Peimbert, et. al (2018) a diferencia de las ciudades del sur del país que fueron fundadas en épocas del virreinato su morfología no se basa en la disposición de la trama de la ciudad alrededor de alguna plaza en el centro ni templos, mercados o edificios de gobierno, sino que su traza está influenciada por la planificación urbana estadounidense.

La migración a Estados Unidos que generó la fiebre del oro en California en el año de 1870 denotó el potencial agrícola del Valle Imperial. La conducción de aguas para riego



provenientes del Río Colorado fue un proyecto que brindó oportunidades de crecimiento tanto para el Valle Imperial del lado norteamericano y el Valle de Mexicali, en México. (Ley et. al, 2018)

Así es como Mexicali creció y basó su economía en la actividad agrícola y a partir de la influencia con Estados Unidos. Peimbert et. al. (2018) señalan que la mancha urbana de Mexicali tuvo un crecimiento estable por años, sin embargo, en la década de 1970 surgieron eventos que cambiaron la configuración de la ciudad, entre los que destacan la transformación de las actividades económicas, que pasó del sector agrícola a la industria manufacturera.

En este sentido, Estrella, et. al (1996) señalan que, para la segunda mitad de la década de los sesenta, comienzan a instalarse las primeras industrias maquiladoras en la ciudad, que brindaron un rumbo muy importante a la estructura de la productividad en la localidad, diversificándose al introducir cambios en las formas de organización. (p.30)

Estos cambios en las actividades económicas se relacionaron con el avance de la tecnología y la estrecha relación entre México y Estados Unidos, así como factores determinados por ciclos económicos que han influido entre ambos países, entre los que Méndez (1996) señala se encuentran “la depresión de 1929 en Estados Unidos, el auge de la industria maquiladora en los 60s como respuesta a la globalización de la economía mundial, la serie de devaluaciones en México”. (p.5) Estas circunstancias contribuyeron a que el capital y la migración se atrajeran a la frontera Norte de México, lo que incide en la evolución y conformación de la estructura urbana de la ciudad, que a su vez se vio afectada por los procesos de la globalización.

Se puede definir la globalización como un proceso social a través del cual se reducen los límites geográficos sobre el desarrollo social y cultural. (Waters, 2002, como se citó en Alcañiz, 2008) La manera en la que la economía se ve beneficiada con la globalización se genera a partir de los tratados entre países basados en reglamentos que facilitan la expansión de las empresas a otras regiones del mundo. De acuerdo con Mattos (2016) se ha asegurado la supervivencia del sistema del capitalismo mediante la expansión geográfica, es decir, se han incorporado más ciudades a la economía-mundial hasta llegar a la globalización. (p.28)



La globalización también viene acompañada por la innovación tecnológica y la innovación en los procesos de producción; así como por cambios en los distintos mercados inmobiliarios que generan alteraciones en los usos del suelo, tanto en la función como en el valor y la renta del suelo urbano. (Ciccolella, 2021) Este proceso ocasionó que las ciudades se convirtieran en una herramienta para formar capital.

Así las inversiones internacionales se desplazaron hacia los países en desarrollo, tal es el caso de las ciudades fronterizas mexicanas, como Mexicali. “Esto para aprovechar la fuerza de trabajo barata, abundante y disponible, integrándose al sistema de producción mundial a través de la industria, y provocando cambios severos en las ciudades”. (Ley, 2011)

Esto generó cambios en la morfología de la ciudad e incide directamente con la dinámica urbana, especialmente en el sector de la movilidad, debido a que la localización de las zonas de empleo condiciona parte de los viajes esenciales que se realizan.

Las actividades económicas se transformaron en la ciudad, en los inicios de la ciudad, la agricultura era la actividad más importante y posteriormente se vio superada por la actividad industrial. De acuerdo con Méndez (1996) la agricultura disminuyó por diversos motivos entre los que destacan la reducción de las inversiones en infraestructura para el apoyo a esta actividad, la escasez de agua causada por la demanda que existe en otras regiones, el deterioro de la infraestructura de la red hidráulica y el aumento de los créditos.

En este sentido, la actividad industrial y las facilidades en los tratados para la inversión extranjera modificaron la actividad económica, por lo que se puede determinar que la ciudad pasó de tener características de tipo rural a una caracterización urbana. (Méndez, 1996)

Estrella, et. al (1996) señala que la conformación de las actividades económicas en la ciudad se divide en tres segmentos, la agricultura como base, los bienes y servicios, y por último la industria maquiladora que se ha visto beneficiada por la localización fronteriza, por lo que este segmento ha permanecido en constante crecimiento.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población 2025, las principales actividades económicas en Mexicali son, en el sector primario, la agricultura, y



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

en el sector secundario, el comercio y la industria. (Instituto Municipal de Investigación y Planeación [IMIP], 2010)

En la ciudad se establecieron zonas de concentración de uso industrial en la zona Este y Sureste, se conformaron clústeres industriales. Un clúster se puede definir como un grupo geográficamente cercano de empresas asociadas en un campo particular. (Ortega-Colemar, et.al. 2016) Es importante señalar que la generación de empleos en los clústeres industriales conlleva a su vez, el aumento y la generación de viajes desde y hacia zonas específicas de la ciudad, esto debido al requerimiento de la mano de obra que se desplaza en su mayoría por las vialidades principales.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano Centro de Población 2025 realizado por el Instituto Municipal de investigación y planeación urbana de Mexicali [IMIP] (2007) las vialidades principales son aquellas que tienen una sección mayor a 30 m. (3 carriles de circulación, 1 de estacionamiento en ambos sentidos y camellón central)”. (p.83) De modo que, es notorio que el diseño de las vialidades se ha enfocado a incentivar el uso del vehículo particular, con una infraestructura dedicada a su desplazamiento.

Para seleccionar la vialidad de estudio se tomó en cuenta la situación y las condiciones de la red de infraestructura vial primaria, así como la disposición de usos de suelo, ya que los viajes realizados por la movilidad no motorizada son en su mayoría trayectos cortos a medios ya que requieren de esfuerzo humano. Esta forma de desplazamiento también es conocida como movilidad activa.

Uno de los ejes viales más importantes de la ciudad es el Bulevar Lázaro Cárdenas, sin embargo, tratar de integrar la movilidad no motorizada en esa vialidad sin reducir el volumen vehicular motorizado al mejorar las condiciones del transporte público, resultaría peligroso para los peatones y los ciclistas, ya que de acuerdo con datos de la Dirección de Seguridad Pública Municipal [DSPM], esta vialidad es en la que se presentan el mayor número de accidentes viales. “Durante el periodo comprendido del año 2016 al año 2019, 13 de sus intersecciones concentraron el 56.85% con 622 casos de un total de 1094 registrados sobre este bulevar”. (DSPM, 2020.)



En la prolongación del Bulevar Lázaro Cárdenas hacia el poniente se encuentra una ciclovía exclusiva, aunque solamente está delimitada con pintura y esto ocasiona que no se brinde la seguridad adecuada al usuario.

En el caso de la Calzada Río Nuevo, existe a su vez, una ciclovía exclusiva delimitada solamente con pintura, sin embargo, la disposición de usos de suelo en la zona no es muy variado, lo que provoca que los viajes a pie o en bicicleta sean largos.

Por su parte el Bulevar Benito Juárez cuenta con un carril de ciclovía compartido, esto resulta peligroso para los ciclistas, ya que también se establece como la 6ta vialidad principal donde se presentan accidentes viales.

De acuerdo con la base de datos de la Dirección de Seguridad Pública de Mexicali, durante el periodo comprendido de enero de 2016 a julio de 2020, las vialidades con un registro mayor de accidentes de tránsito en la ciudad son las siguientes:

Tabla 1. Vialidades con un Registro Mayor de Accidentes de Tránsito en la Ciudad

Vialidad Principal	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Bulevar Lázaro Cárdenas	245	245	237	265	102	1094
Bulevar Adolfo López Mateos	98	91	95	96	34	414
Calzada Anáhuac	89	85	80	91	44	389
Calzada Independencia	85	90	74	80	29	358
Calzada Héctor Terán Terán	73	62	68	76	31	310
Bulevar Benito Juárez	64	58	61	68	30	281
Calzada Manuel Gómez Morín	36	58	60	62	38	254
Calzada Río Nuevo	51	63	45	41	15	215
Avenida Cuauhtémoc	33	32	40	36	38	179
Calzada Justo Sierra	39	35	44	40	11	169
H. Colegio Militar	33	33	30	28	14	138
Calzada de las Américas	19	22	12	24	10	87
Calzada Xochimilco	20	16	18	18	12	84
Avenida Francisco I. Madero	18	16	27	13	6	80
Calzada Francisco L. Montejano	10	21	17	22	8	78

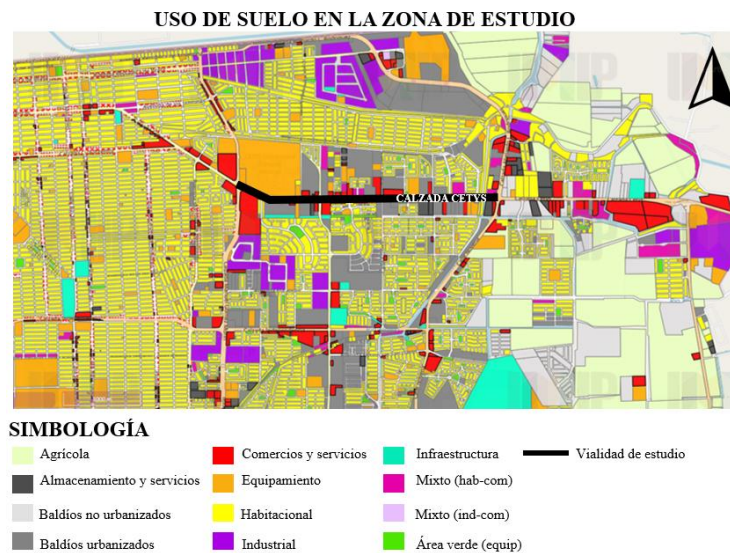


Calzada de los Monarcas	16	19	19	14	6	74
Avenida Cristóbal Colón	19	15	15	19	4	72
Calzada Lombardo Toledano	19	19	16	13	5	72
Eje Central	16	13	15	16	5	65
Avenida Reforma	13	18	13	11	4	59

Fuente: Datos de la Dirección de Seguridad Pública Municipal.

La Calzada Cetys conforma parte de la red vial primaria de Mexicali (IMIP,2007) se ubica al Noreste de la ciudad en la denominada Zona Dorada en el Sector E, que se ha considerado de estrato económico medio-alto, conformándose por zonas habitacionales, centros comerciales, escuelas privadas y edificios verticales de uso mixto (Peimbert et. al, 2019,). Por lo que cuenta con diversidad de usos de suelo como se indica en la figura 1, lo que se considera una característica conveniente para traslados cortos y medios. Sin embargo, existe en la zona un gran número de baldíos urbanizados.

Figura 1. Uso de suelo en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de IMIP (2007) PDUCP 2025.



La zona dorada es un área de auge, en la que la Calzada Cetys representa una de las vialidades más importantes, que de acuerdo con datos de la Tabla 1 de la DSPM no se encuentra entre las principales calles de la ciudad en las que se han registrado accidentes viales, esto es un aspecto positivo para considerar la integración de la movilidad no motorizada. Sin embargo, esta vialidad funciona como vía de acceso a escuelas, centros comerciales y zonas habitacionales, lo que ocasiona la generación de nodos de concentración a lo largo de la vialidad que producen congestión vehicular.

Es importante mencionar que la Zona Dorada se ha mantenido en constante crecimiento y aún existen vacíos urbanos que, una vez que se construya en ellos, densificarán aún más la zona y se generará mayor tránsito a la vialidad. De modo que, el objetivo de esta investigación es analizar las condiciones de movilidad urbana y la infraestructura vial en la Calzada Cetys.

La finalidad del proyecto es generar un esquema de calle, previamente evaluado a partir de escenarios realizados con herramientas de *software de simulación* que equilibren la presencia de los distintos medios de transporte e integre la movilidad no motorizada. Esto con el propósito de identificar y valorar en qué medida y en qué condiciones se puede llevar a cabo una recuperación del espacio público y así buscar promover otras formas de desplazamiento en la Zona Dorada de Mexicali.

1.2 Planteamiento del problema

Mexicali se desarrolló sin la adecuada planeación que ordenara su crecimiento, es por esto que la expansión de la ciudad generó problemas en el funcionamiento a nivel urbano que se ve reflejado en la mezcla e incompatibilidades de los usos del suelo. Como se observa en la figura 2, el crecimiento se generó de manera radial, extendiéndose a partir del centro ubicado en la frontera con el país vecino de Estados Unidos. (Padilla, et. al., 2000)

Figura 2. Mapa de la ciudad de Mexicali en relación a Calexico y sus puertos fronterizos.



Fuente: Elaboración propia con base en Google Earth.

Además, debido al auge industrial y de acuerdo con González (1994) “con la creación de parques industriales desde fines de los sesenta, y más aún en los ochenta, con orientación hacia la periferia de las ciudades en virtud del atractivo precio del suelo, comenzaron a manifestarse notables cambios en la localización de la actividad industrial urbana.”. (p.17)

Esto generó a su vez la expansión de la mancha urbana con la construcción de zonas habitacionales para la fuerza de trabajo que se requería. Se construyeron nuevos fraccionamientos ubicados a las afueras de la ciudad debido a los ajustes en el reglamento de fraccionamiento en el tamaño mínimo de lote, lo que permite el aumento de la densidad en zonas que no contaban con la infraestructura necesaria para ello. (IMIP, 2010)

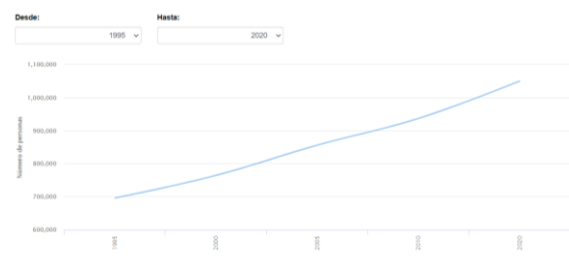
Esta producción de viviendas se realizó de manera masiva y descontrolada generó la dispersión de los servicios urbanos, esto ocasionó que las vías de comunicación se alargaran para buscar satisfacer las necesidades de desplazamiento de estas zonas, y por lo tanto los tiempos de recorrido aumentaron, así como el uso de los modos motorizados.



El crecimiento poblacional en Mexicali se observó en el periodo de 1910-1920, cuando Mexicali pasó a ser la capital del Estado, así como en el periodo de 1940 a 1950 debido a la Segunda Guerra Mundial y el auge en la agricultura que atrajo a la población migrante. (Padilla, et.al., 2000)

En el año 2000 había 764,602 habitantes, para el año 2010, la ciudad incrementó su población a 936, 826 habitantes y en el año 2020 se supera el millón de personas con 1,049,792 habitantes. (INEGI, 2020) A partir de esto se observa que la población en la ciudad se ha mantenido en constante crecimiento como se observa en la Figura 4.

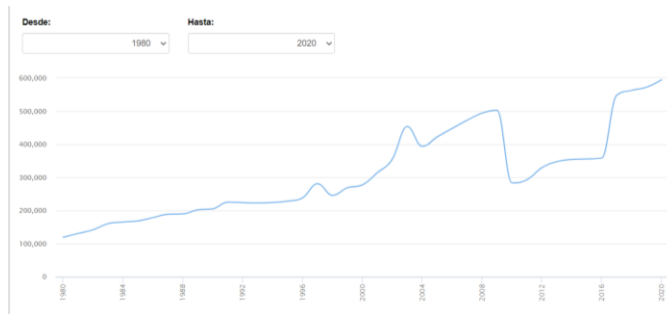
Figura 3. Crecimiento de la población en la ciudad de Mexicali



Fuente: Banco de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

En cuanto al parque vehicular, a diferencia de las tasas de crecimiento poblacional, no se mantiene constante. En el año en el año 2000 se registraron 277, 659 vehículos, al año 2009 se tiene el registro de 502, 836 y en el año 2010 se observa una disminución a 283, 741, que posteriormente incrementó y en la actualidad al año 2020 existen 594,965 vehículos de motor registrados (Fig.5) (INEGI, 2020)

Figura 4. Crecimiento del parque vehicular en Mexicali



Fuente: Banco de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

A pesar de estos datos, se puede estimar que el número de autos que circulan en la ciudad es mayor debido a que algunos provienen de Estados Unidos y no son debidamente registrados e importados.

Estos autos que proceden de Estados Unidos y que circulan de forma ilegal en la ciudad son llamados “chocolate” y es debido a esto que las estadísticas no resultan confiables y no reflejan el problema del parque vehicular de manera real, esto se acentúa en ciudades fronterizas ya que se estima que, en Baja California, el parque vehicular norteamericano llega a cifras de hasta el 85% del total de vehículos en circulación. (Sánchez, et. al. 2010)

En este sentido, el factor de la localización de la ciudad debido a la cercanía de la frontera incide en la alta motorización de vehículos usados sin registrar, debido a que las políticas públicas solo permiten que legalmente sean registrados si tienen una antigüedad mayor a 10 años. (Peralta, 2020) Debido a esto y a pesar de las estadísticas no es posible estimar de manera precisa el parque vehicular de la ciudad.

La infraestructura vial en Mexicali está construida y diseñada para el desplazamiento de los vehículos particulares motorizados, intensificándose el uso al presentarse deficiencias en el servicio del transporte público.

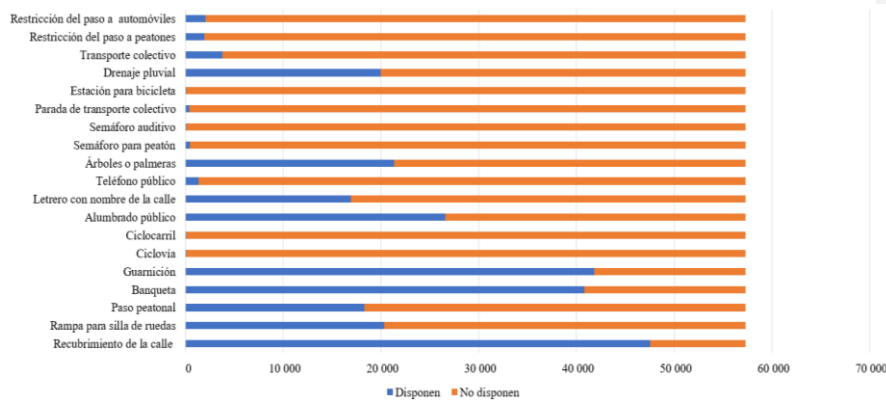
La inversión en infraestructura para la movilidad se enfoca en el desplazamiento de los vehículos motorizados, de acuerdo con Gallego (2022) el gobierno del estado anunció en Mayo de 2022 el programa “respira” donde se proyectan 7 obras entre las que destacan la ampliación de carriles para vehículos motorizados en vialidades de la ciudad y puentes vehiculares en intersecciones, con una inversión de más de 2,300 millones de pesos.



Además, en la mayoría de las vialidades la movilidad peatonal es mala y existen pocas ciclovías, las banquetas presentan discontinuidad y son obstruidas por anuncios comerciales o incluso vehículos, el señalamiento vial para brindar seguridad al peatón o al ciclista en intersecciones es escaso. (Peralta, 2020) A su vez, existe falta de áreas verdes y vegetación adecuada en las secciones de las vialidades que den protección y confort a peatones y ciclistas.

De acuerdo con el Censo de INEGI (2020) se estima que en la mancha urbana de Mexicali existen 57,285 vialidades, de las cuales el 82.91% cuenta con recubrimiento, sin embargo, solo el 31.88% cuenta con paso peatonal, el 71.20% cuenta con banquetas, pero solamente el 0.78% tiene semáforo peatonal, en el caso de la infraestructura para ciclistas y solo el 0.17% de las vialidades cuenta con ciclovía y solo el 0.11% tiene estaciones para bicicletas. A su vez, en el entorno urbano se señala que el 37.21% cuenta con árboles o palmeras. En la figura 5 se observa la disponibilidad de infraestructura en el entorno urbano.

Figura 5. Características del entorno urbano en Mexicali, B.C.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020)



Debido a la falta de infraestructura ciclista y peatonal los usuarios optan por adquirir un vehículo particular motorizado y debido a la ubicación de la ciudad, se facilita la compra al país de Estados Unidos.

En consecuencia, estas medidas incentivan el uso de los vehículos particulares y ocasionan el incremento de la circulación motorizada particular al generar, sobre todo en las vialidades principales accidentes de tránsito. En el año 2019 Mexicali se posicionó como el 10mo municipio con más muertes de peatones y ciclistas en el país. (Niunamuertevial.mx, 2020) Además, se genera mayor congestión vial en horas pico, lo que provoca a su vez el incremento de la contaminación ambiental y el efecto de isla de calor urbana.

Se define al fenómeno de la isla urbana de calor como un oasis inverso, en donde las temperaturas del aire y de la superficie resultan ser más altas que en entorno rural. (Gartland, 2008) García-Cueto, et. al (2007) realizaron un estudio llamado Detección de la isla de calor urbano en Mexicali y su relación con el uso del suelo, en donde las principales conclusiones de su investigación demostraron que este fenómeno también está presente en la ciudad e indicaron que los materiales urbanos y el parque vehicular agravan la adición de calor.

Específicamente en el Sector E al Noreste de la ciudad, se ha manifestado una fuerte inversión pública y privada en la llamada Zona Dorada, que ha determinado su crecimiento estableciéndose como una zona económica media-alta que se encuentra conformada por fraccionamientos cerrados, centros comerciales, escuelas privadas de distintos niveles de educación, (Peimbert, et. al., 20018) Este crecimiento y mezcla de usos de suelos ha generado que la zona se convierta en un polo de atracción y generación de viajes con la construcción de nuevos centros comerciales (Fig. 6)

Figura 6. Ej. de centros comerciales en la zona dorada.

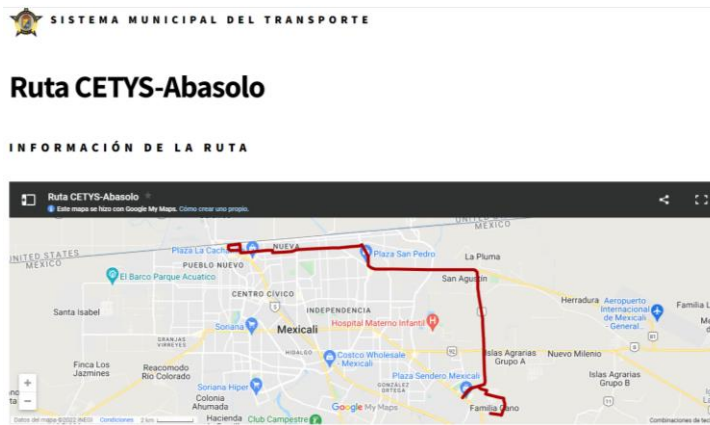


Fuente: Maciel, 2021.



En la Calzada Cetys, ha existido de manera intermitente una ruta de transporte público sobre esta vialidad. De acuerdo con el Sistema Municipal del Transporte (SIMUTRA) en el mes de mayo del año 2022 se creó la ruta denominada CETYS-Abasolo, que inicia en el Paseo Campo Real y circula por el fraccionamiento Conesa para posteriormente tomar el Anillo Periférico y dirigirse al Norte hacia la Calzada Cetys y terminar al Oeste en el Centro de la ciudad como se indica en la figura 7.

Figura.7. Ruta CETYS- Abasolo



Fuente: SIMUTRA, (2022)

Sin embargo, en términos de movilidad no motorizada se ha generado el desequilibrio de las formas de desplazamiento con la exclusión de este tipo de movilidad, por lo que, al no destinarse los espacios adecuados para peatones y ciclistas se reduce su participación dentro de la composición vial a los usuarios que no tienen los recursos económicos suficientes para adquirir un vehículo particular motorizado o que optan por medios de transporte no contaminantes.

A pesar de esto, en los últimos años han surgido colectivos ciclistas que circulan por la vialidad con motivos de recreación, estos comparten los carriles laterales con los vehículos motorizados, además se ha observado que a pesar de las condiciones de movilidad, peatones y ciclistas circulan por la zona como se observa en la figura 8.



Figura 8. Circulación de ciclistas sobre Calz. Cetys.



Fuente: Maciel, 2020.

Independientemente del motivo del viaje, los peatones y los ciclistas que circulan por la Calzada Cetys se ven obligados a desplazarse en una sección vial que no brinda un diseño y un espacio adecuado y seguro para ellos, lo que los coloca como los usuarios más vulnerables de las vialidades.

La diversidad de la tipología de las construcciones en la zona dorada y su constante crecimiento, en conjunto con el alto volumen vehicular motorizado y el flujo de usuarios de la movilidad no motorizada que se presenta sobre la vialidad, hace necesario el replanteamiento del diseño de la Calzada Cetys. Esto al no existir un programa parcial con desarrollo dirigido hacia la movilidad urbana sustentable para esta área que involucre y equilibre diferentes modos de desplazamiento, por lo que, de no proponerse la integración de peatones y ciclistas, estos seguirán en riesgo y, además, crecerá la problemática actual de congestión vial, los accidentes viales, los altos índices de contaminación y el efecto de isla de calor urbano.

Por estos motivos, es fundamental analizar las condiciones de la Calzada Cetys y realizar una evaluación de la integración de la movilidad no motorizada con la finalidad de reducir riesgos de hechos viales para peatones, ciclistas y usuarios de vehículos motorizados.



1.3 Preguntas de investigación

1.3.1 Pregunta principal

¿Cuáles son las medidas que se deben considerar para disminuir el uso del vehículo motorizado e inducir la movilidad activa en la Calzada Cetys en la zona dorada de Mexicali con el fin de reestructurar la composición vial?

1.3.2 Preguntas secundarias

- 1) ¿Cuál es el volumen de tránsito vehicular, peatonal y ciclista de la Calzada Cetys en la zona dorada de Mexicali?
- 2) ¿Cuáles son las condiciones de accesibilidad en la zona dorada de Mexicali?
- 3) ¿Cuál es la temperatura que perciben los usuarios de la movilidad no motorizada en las intersecciones de la Calzada Cetys?

1.4 Hipótesis de la investigación

Las medidas que deben considerarse para inducir la movilidad activa y disminuir la movilidad motorizada en la Calzada Cetys deben involucrar el enfoque de tránsito, el urbano y el ambiental, en donde se analice la composición de la vialidad y su volumen de tránsito, la accesibilidad de la zona y la temperatura del ambiente.

1.5 Variables

1.5.1 Variable independiente

- Composición vial de la Calzada Cetys en la zona dorada de Mexicali.

1.5.2 Variables dependientes

- Volumen de tránsito peatonal, ciclista y vehicular en la zona dorada de Mexicali.
- Accesibilidad de la zona dorada de la ciudad de Mexicali.
- Temperatura en las intersecciones de la zona dorada de la ciudad de Mexicali.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

1.6 Justificación

El fin de esta investigación es realizar una evaluación del funcionamiento de la Calzada Cetys en la zona dorada de Mexicali, a través de un análisis de la movilidad peatonal, ciclista y motorizada que existe en el área. Lo anterior, con el propósito de proponer un esquema vial de calle que integre la movilidad no motorizada, lo que busca reducir el uso de vehículos motorizados, ya que continuar apostando por esta forma de desplazamiento ha resultado en una estrategia que ha fallado para resolver la movilidad de los usuarios y ha sido uno de los factores que ha provocado graves problemas ambientales y socioeconómicos en la ciudad.

Por lo tanto, esta investigación está encausada a contar con elementos o insumos que permitan, principalmente, brindar seguridad vial a los usuarios más vulnerables de la zona: peatones y ciclistas. Esto al fomentar el derecho a la movilidad y la recuperación del espacio público al conformar una calle que sea más accesible para brindar espacios adecuados para la movilidad no motorizada.

Estas medidas buscan a su vez reducir el índice de accidentes viales que se generan debido al congestionamiento vehicular y, por añadidura, disminuir las emisiones de gases contaminantes que afectan la calidad del aire de la ciudad y el efecto de la isla de calor urbana. Esto al incentivar modos de movilidad, que al no generar emisiones de gases al no utilizar combustibles y basarse en el esfuerzo humano, beneficiarían a la comunidad al reducir los índices de contaminación ambiental, que combatirían a su vez el sedentarismo y por consecuencia mejorar las condiciones de salud en los ciudadanos de Mexicali.

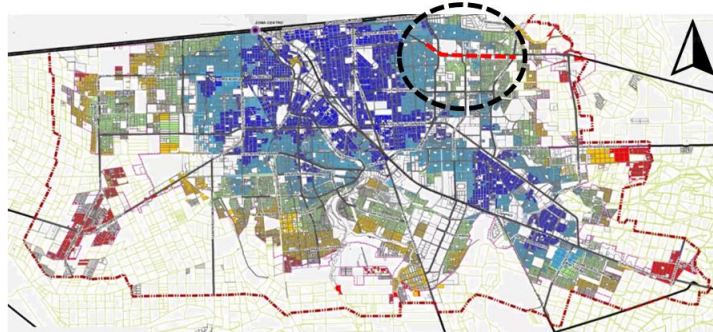
La investigación beneficiará principalmente a los habitantes de la zona y a los ciclistas que circulan por el área, ya que esta zona es una de las rutas de ciclismo urbano recreativo (IMIP, 2021), también se verán beneficiados los estudiantes y empleados del área al incorporar más opciones para transportarse.

Es importante considerar que la zona dorada se encuentra en constante crecimiento y presenta un alto flujo vehicular con nodos de alta concentración al existir equipamientos



educacionales, plazas comerciales y zonas residenciales, en una zona se considera de caminabilidad media a media-alta de acuerdo con el IMIP (2021).

Figura 9. Índice de caminabilidad en la zona de estudio



SIMBOLOGÍA

Muy alto	Medio	Muy bajo	Calzada Cety's
Alto	Bajo	Área de estudio	

Fuente: Elaboración propia a partir de IMIP (6 de mayo de 2021) Movilidad no motorizada [Videoconferencia]

Talleres Virtuales de Participación Ciudadana, Mexicali, B.C.

De igual manera, al incluir a los usuarios de la movilidad no motorizada en el diseño de la composición de la vialidad, los consumidores de la zona comercial, así como los estudiantes de las instituciones del área tendrían una opción más segura para transitar por las vialidades y visitar las plazas comerciales cercanas. Esto generará que la zona sea más atractiva para los usuarios.

1.7 Alcances y delimitación de la investigación

El alcance del proyecto es formular una propuesta de calle a nivel esquemático que integre la movilidad no motorizada en la zona dorada de Mexicali a través de la simulación del tránsito, con la finalidad de crear áreas más seguras en términos viales para todos los usuarios y disminuir el congestionamiento vial de la zona dorada, específicamente del Blvr. Macristy de Hermosillo a Calle Novena.

El estudio de la vialidad incluirá el análisis de las condiciones actuales de la Calzada Cety's, así como la medición de volúmenes peatonales, ciclistas y vehiculares, además de



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

encuestas origen/destino para proyectar posibles usuarios potenciales de la movilidad no motorizada en la zona, estos datos serán recopilados, graficados y tabulados para su interpretación, con lo que se realizará el desarrollo de la propuesta de la vialidad en *software* de simulación.

El resultado del proyecto y su investigación permitirá que se evalúen otras propuestas de integración de la movilidad no motorizada en vialidades de la ciudad con la finalidad de reducir riesgos de accidentes viales, congestionamiento vial y contaminación ambiental.

1.8 Límites de la investigación

El resultado final de la investigación será una propuesta de adecuación a nivel esquemático específicamente de la Calzada Cety's, por lo que esta investigación no generará resultados aplicables a todas las vialidades, ya que cada vialidad en la ciudad cuenta con diferentes características de sección, volumen de tránsito y uso de suelo, por lo que no se podría replicar exactamente alguna propuesta presentada. Sin embargo, podría ser un modelo con una metodología a seguir para la realización de otros proyectos en la ciudad.

Otra de las limitaciones es que la modificación física de las vialidades y las adecuaciones propuestas podrían representar un costo elevado de inversión una vez que el proyecto se desarrollara de una simulación a la acción real de la transformación de las vialidades para la integración de la movilidad no motorizada.

El presente trabajo no se compromete en entregar una estimación o la integración de un estudio de factibilidad económica.



1.9 Objetivos

1.9.1 Objetivo general

Evaluar la integración de la movilidad no motorizada en la Calzada Cetys en la zona dorada de Mexicali, B.C. al considerar un enfoque de desarrollo urbano, de transporte y ambiental.

1.9.2 Objetivos específicos

Analizar las condiciones de accesibilidad en la zona dorada de Mexicali, B.C.

Identificar los procedimientos que permitan conocer la cantidad de peatones y ciclistas que circulan en la Calzada Cetys.

Commented [1]: Identificar los procedimientos que permitan conocer la cantidad de peatones y ciclistas...

Identificar las condiciones de temperatura que existen en la Calzada Cetys.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO- REFERENCIAL

2.1 Introducción a la Movilidad Urbana Sustentable

Se puede definir la movilidad como un conjunto de desplazamiento que busca satisfacer las necesidades de las personas, estos desplazamientos pueden ser tanto de personas como bienes y mercancías y se pueden realizar a través de distintos modos. (SEGOB, 2022) Las distintas formas de movilidad se han visto afectadas a lo largo de la historia por la innovación y tecnología de cada época.

A partir de 1908 nace la industria automotriz en el continente americano, impulsada por Henry Ford, quien innovó los procesos de ensamblaje y fabricación del automóvil, con el objetivo de generar un mayor número de vehículos y obtener más ventas. (Preciado, 2011)

Este modelo de producción se replicó alrededor del mundo impulsado por el sistema capitalista en el que la adquisición de los vehículos motorizados viene a su vez soportada por un contexto social en el que poseer un vehículo se ha transformado en sinónimo de libertad, independencia y estatus. (Jacoby, et. al. 2010) En consecuencia el modo de transporte en las ciudades se basó en el vehículo motorizado, diseñándolas para su desplazamiento, lo que determinó la manera en la que las personas viven, trabajan, producen y se mueven.

Esto generó dependencia hacia el uso del automóvil, viéndose reflejado en la composición de las vialidades donde el espacio es destinado en su mayoría para el movimiento de los vehículos motorizados, con anchas venidas y amplios espacios de estacionamiento.

Sin embargo, esta visión de movilidad trajo como resultado del exceso del uso de los vehículos motorizados al ocasionar que las ciudades entraran paulatinamente en una crisis de contaminación ambiental, congestionamiento vial, horas de los usuarios perdidas en el tráfico y general un deterioro de la calidad de vida de la población. (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2021)

Como consecuencia se estableció un *paradigma de capacidad*, que buscaba resolver la congestión generada a través del incremento de la infraestructura vial, lo que a su mediano



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

y largo plazo continuó generado mayor congestionamiento y se centró en beneficiar a los automovilistas, lo que resulta un paradigma inequitativo. (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo [ITPD] 2012)

Impulsado por las problemáticas alrededor del mundo en las ciudades por el abuso de los recursos naturales y la contaminación generada por los vehículos motorizados y las actividades antropogénicas, desde 1987 la ONU en la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, definió el desarrollo sostenible como aquel que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esto con el objetivo de que los países desarrollados y en desarrollo se comprometieran con el cuidado del medio ambiente.

Esta teoría involucra ser consciente de lo finito y delimitado del planeta, así como con la escasez de los recursos de la tierra, el crecimiento exponencial de su población, se enfoca en la producción limpia, tanto de la industria como de la agricultura y contempla la preocupación por la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales. (Zarta, 2018)

A partir de la teoría del desarrollo sostenible surge el urbanismo sostenible, Hernández-Rejón, et. al., 2017 señalan que la sustentabilidad urbana debería involucrar la relación del desarrollo urbano y el costo que esto tiene sobre el ambiente, así como crear medidas para disminuir el uso de los recursos para no hacer uso de ellos sobre los límites permitidos, y a su vez, disminuir la generación de los residuos.

Uno de los ejes principales de las ciudades se centra en la movilidad que se puede definir como el movimiento de las personas y bienes en las ciudades, independientemente del medio que utilicen para desplazarse, ya sea a pie, en transporte público, automóvil o bicicleta. (Comisión Nacional para el uso Eficiente de la Energía [CONUEE], 2018)

Esto generó un nuevo *paradigma de movilidad*: que se enfocó en mover a las personas y bienes de forma eficiente y sobre todo buscaba hacerlo de una forma rápida, por lo que esto segregaba a los modos de desplazamiento considerados lentos como el caminar o el usar la bicicleta al grado de minimizar su importancia en instrumentos de planeación, por lo que no constituye una solución de tipo integral. (ITDP, 2012)



Sin embargo, tanto en el paradigma de capacidad como el de movilidad no se focalizan los esfuerzos para disminuir los problemas ambientales que ha traído consigo el aumento del uso del vehículo motorizado, sino que, al contrario de esto, se agravó la problemática en las ciudades. En este sentido, los criterios del desarrollo y el urbanismo sostenible, plantean un nuevo enfoque hacia la movilidad *urbana sustentable*. Basado en un nuevo *paradigma de accesibilidad* que de acuerdo con el ITDP (2012) es aquel que involucra la accesibilidad, la diversidad de los bienes y servicios y la reducción de los costos por viaje-persona al incluir en el diseño de las ciudades usos de suelos mixtos que permitan distancias cortas y así fomentar ciudades compactas.

2.2 Movilidad urbana sustentable

La movilidad en los núcleos urbanos se ha convertido en uno de los principales desafíos que presentan las ciudades al evidenciarse los problemas que el abuso del vehículo motorizado ha generado, entre los que destacan el congestionamiento vial, la contaminación ambiental, los accidentes de tránsito y el sedentarismo. A pesar de esto, las ciudades pueden transformarse al fomentar un diseño centrado en la movilidad urbana sustentable como una manera de mejorar el espacio urbano al contemplar el paradigma de la accesibilidad.

El Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo de México (ITDP, 2012), indica que la movilidad urbana sustentable se fundamenta principalmente en la reducción del uso del automóvil.

Canitez, (2020) considera que la movilidad urbana sustentable es aquella que en lugar de enfocarse en el flujo y la velocidad de las vialidades se centra en mejorar la accesibilidad y la calidad de los espacios para todos los usuarios, además es importante señalar que este tipo de movilidad requiere de la combinación de acciones y políticas públicas con el fin de lograr una mayor participación ciudadana y transparencia en las decisiones de planeación de las ciudades.

Quintero-González (2017), plantea que la movilidad urbana sustentable debe incluir un conjunto de acciones y lineamientos que se unan en la visualización de un mismo objetivo para su adecuado desarrollo, con medidas que busquen disminuir la necesidad de viajar, lograr fomentar el cambio de modos de transporte, reducir las distancias de las rutas de los



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

viajes y generar más eficiencia en el sistema de transporte.

Esto a través de una evolución del enfoque convencional que se ha utilizado en la planificación del transporte de la ingeniería de tránsito a un enfoque dirigido hacia la movilidad urbana sustentable. En donde la ingeniería de tránsito, si bien es una ciencia útil para el estudio de las vialidades, se ha centrado solamente en aspectos como las dimensiones físicas y la movilidad orientada al vehículo motorizado, lo que incentiva un tráfico acelerado y un diseño que segrega a los peatones y ciclistas de las vialidades.

El Banco de Desarrollo de América Latina (2011) definió siete principios de la movilidad urbana sustentable, entre las que se establece la accesibilidad, la seguridad, la eficiencia, la calidad de vida, el dinamismo económico, la acción integrada y la inclusión social. (p.53)

Por lo tanto, la movilidad urbana sustentable se enfoca en dimensiones sociales, aspectos de *accesibilidad*, se centra en las personas que circulan ya sea a pie, en bicicleta o automóvil, pero contempla una escala a nivel local que jerarquiza a los peatones y ciclistas sobre los vehículos motorizados. Además, se basa en un análisis que contempla diversos criterios, es decir toma en cuenta aspectos ambientales y sociales de la ciudad con la finalidad de obtener tiempos de viaje razonables y confiables.

2.2.1 Accesibilidad Urbana

La pérdida de los vínculos de los usos del suelo se generó por el uso del vehículo particular, lo que en consecuencia provocó la expansión de las ciudades de forma dispersa y con ello la baja densidad con zonas más marcadas en cuanto a los usos del suelo, lo que dio lugar a que los desplazamientos peatonales disminuyeran, afectando directamente la accesibilidad de las ciudades. (Sanz-Alduán, 1998, como se citó en Talavera-García, 2017)

Una ciudad inaccesible es entonces, aquella en la que las rutas de viaje para desplazarse resultan en largos recorridos y desplazamientos que consumen gran cantidad de tiempo, esto suele ocurrir en lugares con un crecimiento descontrolado de la mancha urbana, donde no se procuró un límite en el desarrollo de la ciudad. Esto genera que las zonas



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

habitacionales, las fuentes de empleo, escuelas y zonas recreativas se encuentren dispersas y por lo tanto la opción más viable para realizar estos recorridos sean los vehículos motorizados.

En cambio, la accesibilidad puede definirse como una medida de la distribución del espacio en torno a las actividades, que se ajusta por la habilidad y el deseo que tienen las personas para superar esa separación y acceder a dichos espacios. (Hanan,1959)

Talavera-García (2017) señala que la accesibilidad consiste en la facilidad y la calidad en la que los usuarios son capaces de obtener bienes y servicios, así como de realizar actividades y tener la capacidad de ir a lugares que permitan la interacción, con el fin de poder mantener una buena calidad de vida.

De acuerdo con Hernández, et. al (2020) la accesibilidad tiene tres componentes: la *forma urbana*, es decir, la organización del espacio y la localización de los hogares en el territorio urbano, el *sistema de transporte*, ya que esto determina los desplazamientos que se realizarán en la ciudad de un punto a otro, por ultimo las *características de la población*, ya que esto condiciona los viajes en base al tipo de necesidades y las actividades que realizan en la vida cotidiana, en este componente también se incluye la capacidad de cada persona para utilizar cada sistema de transporte.

Para Salgado et. al (2016) la accesibilidad urbana se brinda de forma segura para la diversidad de los usuarios cuando se considera que la estructura urbana sea adecuada para ellos. La localización de los servicios y equipamientos también deben integrarse de una manera óptima con el fin de reducir los tiempos de recorrido y, por último, para la adquisición de viviendas debe existir una oferta que sea equitativa.

El ITDP, (2019) en la publicación llamada “Una ciudad de distancias cortas”, señala que la accesibilidad es la facilidad que tienen los individuos para llegar a otras personas y destinos distribuidos en el espacio. Un amplio nivel de acceso es, sin lugar a duda, una de las ventajas fundamentales que se tiene al vivir en las ciudades. (p.15)

El concepto de accesibilidad en la movilidad urbana se centra en el potencial que presentan las personas para acceder a las actividades sociales y económicas al utilizar la



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

oferta de infraestructura y servicios de transporte que las ciudades ofrecen. (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2018)

La accesibilidad entonces debe considerar buscar la eficacia de los modos de transporte en relación con los usos de suelo. (Talavera-García, 2017)

A partir de esto se puede definir que la accesibilidad es precisamente mejorar la distancia de los accesos, esto resalta la importancia de los usos de suelo en las ciudades, la proximidad de los destinos, la densidad de población, la localización de las fuentes de empleo, las zonas habitacionales, los equipamientos educacionales y de servicios, así como los centros comerciales.

Esto juega un papel muy importante para determinar si el acceso para las personas será fácil o difícil ya que en función de la forma urbana se determina el modo de transporte que se utilizará.

Es por esto que en el paradigma de la movilidad urbana sostenible se debe pasar de una planificación basada en el transporte a una planificación que se base en el concepto de la accesibilidad. (Banister, 2008; Marshall, 2001, como se citó en Talavera-García, 2017)

2.2.2 Atractividad Urbana

Otro de los factores para impulsar la movilidad urbana sustentable tiene que ver con la experiencia urbana y la calidad del ambiente por el que se transita.

Cusin, et. al (2011) señalan que la atractividad es la resultante de la capacidad de atracción y del atractivo, que es la capacidad de hacerse deseable, cualquiera que sea el motivo para ello. La atracción puede ser medida mediante los flujos entrantes. (p.88)

Por otra parte, Orellana, et. al (2017) indican que el observar plazas, edificios y vegetación favorece en la decisión de las personas para caminar y que la decisión de hacer uso de la bicicleta está fuertemente influenciada por el paisaje urbano. Por lo que determinó el término de “atractividad” como “la capacidad de una calle o espacio público para la interacción social y la participación en actividades culturales y comerciales. Una vía que



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

tenga la capacidad de generar un punto de atracción para parar, mirar, comprar y al mismo tiempo interactuar con otras personas, con seguridad”. (p. 175)

Una vialidad que no es atractiva para los desplazamientos de movilidad no motorizada es aquella en donde la infraestructura de la zona no brinda seguridad al usuario, con banquetas estrechas, interrumpidas, con carriles de circulación que priorizan al vehículo motorizado y con zonas donde no se contemple la interacción social. Además de ser áreas donde no hay sombra y vegetación, por lo tanto, se intensifica el calor, en una ciudad que se caracteriza por su clima extremo, este factor reduce considerablemente el deseo de caminar o circular en bicicleta.

Para mejorar la accesibilidad y mejorar el derecho a la movilidad es importante conocer cómo se mueven los habitantes de la ciudad y los motivos de sus viajes, ir a la escuela, al trabajo, con la familia, con amigos, al hospital, a eventos con motivo de recreación. Si la disposición de los usos de suelo favorece la facilidad de llegar a estos destinos los habitantes y las ciudades podrán desarrollarse mejor.

Es por esto por lo que el enfoque de movilidad urbana ha evolucionado hacia un concepto de movilidad urbana sustentable. En el que se vinculan tres sectores: el ambiental, el de transporte y el de desarrollo urbano. Estos sectores deben coordinarse para que los objetivos de crecimiento bajo en carbono, infraestructura, desarrollo urbano y vivienda sean congruentes, se ajusten los instrumentos financieros, normativos y de planeación para generar una unión entre los programas con el objetivo de avanzar hasta conseguir en las ciudades escenarios ideales. (*Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo* [ITDP], 2013)

Un escenario ideal, será entonces aquel que logra disminuir el uso del vehículo particular motorizado y con ello sus efectos negativos para alcanzar la mejora de la salud, la seguridad y brindar espacios de calidad para sus habitantes al contemplar la accesibilidad y la atraktividad urbana, y así priorizar a peatones y a ciclistas.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

2.2.3 Movilidad no motorizada

La movilidad tradicional se ha centrado en los medios motorizados, definiéndose como aquella que está ligada con el uso de combustibles líquidos como la gasolina y el diesel, lo que trae consecuencias al medio ambiente, lo que afecta la salud de la población (Martínez-Ángel, 2018)

La movilidad no motorizada también puede definirse como aquella en la que el desplazamiento de bienes y personas se realiza mediante un esfuerzo físico o bien a través de vehículos no motorizados. (SEGOB 2022)

Se puede definir entonces que la movilidad no motorizada es aquella que es impulsada por energía humana, que elimina así la dependencia de los medios mecanizados y de los combustibles. (Bamney, et. al 2019)

Estos desplazamientos pueden realizarse por medio Vehículo no motorizados que son aquellos que son impulsados por la fuerza humana entre los que destacan la bicicleta, el triciclo y vehículos como las patinetas, patines y monopatines y también aquellos vehículos que son usados por personas con alguna discapacidad. (SEGOB, 2022)

La movilidad urbana sustentable parte de la priorización de la utilización de los modos de transporte no motorizados, así como la utilización del transporte público, esto sin excluir el uso de la movilidad motorizada siempre y cuando sea racional. (Asprilla, 2016)

Bazant (2020) señala que la causa de los congestionamientos en los centros urbanos han sido generados en su mayoría por automovilistas y destaca la importancia de recuperar el espacio público para la circulación de peatones y bicicletas, para esto es importante que se realice la modificación de las banquetas y se diseñen ciclovías para la seguridad de los usuarios en sus traslados. (p.139)

Además, los desplazamientos urbanos de la movilidad no motorizada representan múltiples beneficios para la población y las ciudades. Según Bongiorno et. al (2019) una de las principales razones para minimizar el uso del vehículo privado se centra en la salud ya que disminuir su uso y planear las ciudades de manera que se brinden espacios para ciclistas y peatones combatiría la obesidad, la contaminación, el cambio climático y los accidentes.



Gutiérrez (2017) señala que se genera un ambiente más limpio al utilizar estos modos de transporte, ya que un desplazamiento de 5 km en automóvil produce 1 kg de contaminantes atmosféricos, por lo que al optar por caminar o usar la bicicleta se reducen las emisiones de CO₂.

Flores et. al (2020) también consideran que promover el uso de la bicicleta puede ser una estrategia ante la problemática ambiental. En los últimos años en Latinoamérica se han incentivado formas de movilidad alternativas a los utilizados actualmente. Esto al promover el uso de la bicicleta en tramos cortos, lo que disminuye el parque vehicular y por consecuencia mejora la calidad del aire.

Además, con respecto a la salud física, los desplazamientos no motorizados implican que los usuarios realicen ejercicio constante, lo que resulta en un medio para combatir el sedentarismo, que es causa de enfermedades cardiovasculares y obesidad. Este tema es de suma importancia, ya que el Instituto Nacional de Salud Pública [INSP] (2018) señala que México es uno de los cinco países de Latinoamérica con los índices más altos de sobrepeso y detecta a la inactividad física como uno de los principales factores que inciden en ello.

Por otra parte, también existen beneficios en términos económicos al utilizar estos modos para transportarse ya que implica a las familias un ahorro importante al reducir los costos de combustibles y transporte público. |

La bicicleta es de los modos de transporte más eficiente en términos de energía consumida por recorrido, siempre y cuando la infraestructura está diseñada para ello y tengan ciertas características como una pendiente menor a 5% y distancias menores a 5 km. (Gutiérrez 2017)

En términos espaciales, el ITDP (2011) indica que la bicicleta solamente ocupa el 10% del espacio que usa el automóvil y que logra llevar a su usuario del origen al destino sin intermediarios, por lo que, de lograrse la transición de la utilización de modos motorizados a no motorizados esto representaría la recuperación del espacio público.

En la tabla 2, se resumen las comparaciones entre la movilidad motorizada y la movilidad no motorizada.



Tabla 2. Comparación entre movilidad motorizada y no motorizada.

Movilidad Motorizada	Movilidad no motorizada
Utiliza como energía los combustibles	Utiliza como energía el esfuerzo humano
Contamina el medio ambiente	No contamina el medio ambiente
Promueve el sedentarismo	Promueve la actividad física
Genera costos económicos en combustibles	No genera costos económicos por combustibles
Ocupa gran parte del espacio público por usuario	Ocupa un menor espacio público por usuario a comparación del automóvil

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la investigación de la movilidad no motorizada en la zona de estudio, esta se centrará exclusivamente en peatones y ciclistas. A continuación, se presentan los criterios de diseño básico para la infraestructura peatonal y ciclista.

2.2.3.1 Infraestructura peatonal

Se considera al peatón como aquel individuo que circula a pie. Este debe ser considerado en el diseño urbano sobre todo en las zonas donde existe mayor congestión de vehículos. El diseño para peatones incluye banquetas, cruces peatonales, señalamiento vertical y dispositivos para el control vehicular. (Bazant, 2016, p.197)

Es importante que el espacio de circulación de la banqueta se diseñe con base en el espacio de seguridad, que puede ser definido como el espacio de banqueta continuo que se encuentra libre de algún obstáculo o barrera, esta zona es aquella que no tiene cambios bruscos en el nivel del piso o alguna interrupción que pueda dificultar la movilidad peatonal. (Bazant, 2020, p. 140)

De acuerdo con Espinosa (2013) la distancia a pie a una velocidad de 4 km/h en un tiempo de 5 minutos es de 400 metros, la distancia recorrida en 12 minutos es de 1000 metros y la distancia recorrida en 24 minutos es de 2000 metros. (p.48)



En cuanto al diseño de las banquetas, Bazant, 2020 indica que el ancho recomendado en un corredor es de 3.70 metros para zona de usos mixtos, con una franja de servicios de 1.00 m y una franja de circulación de 2.70 metros (p.144)

2.2.3.2 Infraestructura ciclista

Espinosa (2013) indica que la distancia en bicicleta a una velocidad de 16 km/h en 16 minutos es de 4000 metros y por lo tanto en un lapso de 30 minutos es de 8000 metros (p.48)

En cuanto al diseño, Bazant (2020) señala que la circulación de los ciclistas se debe realizar en carriles separados a la circulación de los automóviles, se debe tener un ancho que sea adecuado para dicha circulación, esto al considerar si la ciclovía será de un sentido o doble sentido. Es importante que tanto peatones como ciclistas y automovilistas puedan percibirse entre ellos, así como tener un señalamiento que sea claro y con una buena ubicación para así evitar algún accidente de tránsito. (p.160)

Para el diseño de la ciclovía Bazant (2020) recomienda que debe ser de .90 a 1.50 m cuando el carril es en un solo sentido y de 1.80 a 2.40 m cuando la ciclovía sea de dos sentidos. Se recomienda que la ciclovía sea de dos sentidos para que el ciclista pueda circular con mayor libertad y rebasar en caso de ser necesario. (p.161)

Por otra parte, en el Manual de Calles señala que el ancho de carril recomendado para una ciclovía es de 2.00 m (SEDATU, 2019, p.140)

2.2.4 Derecho a la movilidad

La ciudad contemporánea ha sufrido una ruptura en la continuidad que se percibe en el territorio, refiriéndose a los vínculos de proximidad y las relaciones de conexión en la ciudad. (Herce, 2009) Esto ha generado que la mancha urbana crezca y que tradicionalmente la planeación de las ciudades apueste por la inversión de la infraestructura para el vehículo particular motorizado, con puentes vehiculares, puentes peatonales, grandes intersecciones y vialidades que han generado elevados costos sociales y medio ambientales.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

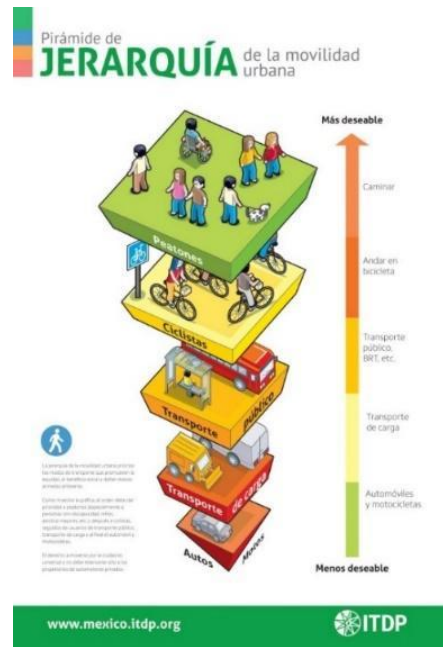
Esto también ha ocasionado la segregación de las personas que no cuentan con recursos para adquirir un vehículo motorizado de la composición de las vialidades, viéndose afectado el derecho a la movilidad, lo que coloca en una posición de riesgo a peatones y ciclistas.

Herce (2009) define el derecho a la movilidad como el que tiene todo el mundo de ir a todas partes. Por otra parte, la Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH] (2016) lo define como al libre desplazamiento en condiciones óptimas de relación entre medio ambiente, espacio público e infraestructura, cuyo cumplimiento permite que las personas alcancen diversos fines que dan valor a la vida. (p.3)

Este derecho no se ve garantizado en las ciudades que priorizan el uso del vehículo motorizado, ya que cuentan con una infraestructura insegura y deficiente para los habitantes que se desplazan en la ciudad en medios no motorizados.

Esto contradice también el modelo de jerarquización vial propuesto por el ITDP en 2013 como se observa en la figura 2, en donde se establece que el peatón se encuentra en la cima de la pirámide, seguido de los ciclistas, los autobuses, los camiones de carga y los vehículos motorizados se encuentran al final. Esta distribución tiene como objetivo la equidad de los modos de transporte en las vialidades, al dar prioridad a peatones y ciclistas, con la finalidad de brindar estrategias para su seguridad.

Figura 10. Pirámide de jerarquía de la movilidad urbana



Fuente: Instituto de Políticas para el transporte y Desarrollo (2013)

Para garantizar el derecho a la movilidad, son esenciales las estrategias para disminuir el uso del automóvil. El ITDP (2020) enlista las siguientes medidas como estrategias para disminuir el uso del automóvil como parte de las medidas de Gestión de la Demanda de Viajes:

“Restricciones de estacionamiento fuera de vía, restricciones de estacionamiento en vía, tarificación vial, zonas restringidas para autos, restricción de circulación para autos, impuestos a los combustibles, redistribución del espacio vial (ciclovías, banquetas, carriles para autobús), subsidios al transporte público, Desarrollo Orientado al Transporte y Planes de movilidad institucional”. (p.9)

Estas medidas consisten en restringir la facilidad del uso del vehículo particular motorizado principalmente al limitar la disponibilidad de estacionamiento para impactar directamente con los modos de viajes utilizados por las personas.



2.2.5 Tráfico inducido

La finalidad de diseñar ciudades con vialidades que sean más accesibles y atractivas, que garanticen el derecho a la movilidad de peatones y ciclistas tiene como objetivo inducir el tráfico de la movilidad no motorizada.

El concepto de tráfico inducido se puede entender como el conjunto de acciones para procurar que una persona sea atraída o persuadida a adoptar o utilizar determinado modo de transporte. (Begoña, 2000, p.16)

Galindo, et. al (2005) consideran que el tráfico inducido se presenta en aquellos viajes que son generados por la construcción de una nueva vialidad, a aquellos viajes que provienen de una nueva edificación o destino o a un cambio en el modo de transporte. (p.128)

Los ingenieros de tránsito comparan el tráfico con un fluido, al asumir que cierto volumen transita por el sistema vial, sin embargo, sería más preciso comparar el tráfico de las ciudades como un gas que se expande para llenar el espacio disponible. (Jacobsen 1997, como se citó en Litman, 2021, p.2)

En la publicación del manual de “La movilidad en bicicleta como política pública” coordinado por el ITDP (2011) señala que “aumentar la oferta de la capacidad vial resulta en la creación de tránsito inducido, lo que provoca un incremento en el volumen de vehículos en circulación”. (p.23)

Generalmente el concepto de tráfico inducido está considerado para vehículos de tipo motorizado, pero fácilmente se puede adaptar a todos los medios de transporte, ya que cuentan con elementos similares, como la vialidad, la forma de desplazamiento y la ruta del viaje.

En el caso de los automóviles crear nuevas ofertas de vialidades genera el aumento de la oferta y por lo tanto de la demanda, es por eso que el sistema vial enfocado en la ampliación de carriles para autos genera más tránsito, lo que resulta un problema de congestión.

En cuanto al aumento de la construcción y del mejoramiento de la infraestructura ciclista y peatonal, considerando la accesibilidad y la atraktividad urbana, se puede



determinar que se ocasionará un tránsito inducido de nuevos usuarios de la movilidad no motorizada que disminuirá la congestión vehicular de los carriles de circulación.

2.2.6 Exclusión de la movilidad no motorizada

El tráfico inducido para el vehículo particular motorizado como forma de movilidad, genera el desequilibrio en la composición vial de la localidad. Como señala Montezuma (2018) este desequilibrio se ve reflejado y sustentado por las normativas de las ciudades, la política pública, y el diseño de las vialidades, esto prioriza que el flujo de tránsito vehicular de tipo motorizado fluya y disminuya la seguridad de peatones y ciclistas.

Por lo tanto, el desequilibrio genera la exclusión de la movilidad no motorizada. Este concepto se refiere al momento en el que alguna cosa queda fuera de algo a diferencia de lo que se encuentra dentro. En términos de movilidad urbana, la aplicación del término exclusión se centra en que existen modelos de desplazamiento que quedan fuera del modelo de movilidad que se prioriza. (Cebollada, 2006)

Esta exclusión deriva en que los derechos de la movilidad de los usuarios no motorizados sean vulnerados por la inseguridad vial en los traslados cotidianos de los usuarios que no tienen acceso a la adquisición de un vehículo particular.

Esto a su vez provoca la *exclusión social* que de acuerdo con Jirón et. al. (2010) se refiere al acceso desigual a los modos de la movilidad, y por consecuencia, a los bienes, productos y servicios dentro de la sociedad urbana, a su vez define la *desigualdad* como el proceso de distribución inequitativa de los recursos sociales, políticos, económicos y culturales de los miembros de una sociedad.

Esta exclusión genera que las personas con menos recursos socioeconómicos sean dejadas fuera de los espacios para la dinámica de la movilidad a diferencia de las personas con mayores recursos que tienen la posibilidad de adquirir un vehículo motorizado y por lo tanto gozar de los beneficios de un libre desplazamiento con menor tiempo de viaje en ciudades donde la infraestructura beneficia su desplazamiento.

En cambio, en vialidades o zonas donde no existe cobertura de transporte público se intensifica este tipo de segregación de la movilidad para las personas que no tienen los



recursos económicos para comprar un automóvil, por lo que se ven en la necesidad de caminar o hacer uso de medios no motorizado como la bicicleta para poder realizar sus viajes esenciales en una vialidad que no cuenta con la infraestructura adecuada para ello.

La exclusión entonces, genera para los usuarios de la movilidad no motorizada inseguridad y vulnerabilidad en sus traslados y viajes con una mayor demora. Es debido a esto que se puede considerar que la accesibilidad está distribuida de manera desigual entre los individuos ya que no todos tienen igualdad de acceso a ella.

Jirón (2010) señala que la accesibilidad debe involucrar no sólo la aproximación al transporte sino también a la localización, el reparto y distribución de ciertas actividades que resultan ser claves para los viajes de la población.

2.3 Antecedentes

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (1999) señala que una de las variables para definir una ciudad intermedia es su población, y que varía de acuerdo con la ubicación de esta, en términos generales una ciudad media-intermedia es aquella que tiene entre 20,000 y 2,000,000 de habitantes.

La ciudad de Mexicali se puede denominar entonces como una ciudad intermedia, al contar al año 2020 con 1,049,792 habitantes, con un parque vehicular de 572,014 vehículos de motor registrados (INEGI, 2021). Por lo que es importante señalar los antecedentes y referencias de ciudades que posean características similares.

En ese sentido, para el presente estudio se analizarán ciudades intermedias a nivel internacional, al considerar el factor del clima. Se eligieron para analizar las ciudades de Phoenix, Arizona en Estados Unidos, Valledupar en Colombia y Ciudad de Mendoza en Argentina.

A nivel nacional, en el caso de las ciudades mexicanas se tomará en cuenta su ubicación geográfica, es decir, que sean ciudades cercanas a la frontera con Estados Unidos de América y que tengan un clima caluroso, por lo que se eligieron las ciudades de Hermosillo, Sonora, Chihuahua, Chihuahua y Ciudad Juárez, Chihuahua.



2.3.1 Antecedentes internacionales

Un ejemplo de ciudad que comparte un clima similar al de Mexicali es Phoenix, Arizona, en Estados Unidos. Con una población al año 2019 de 1,680,992. (United States Census, 2021) El clima en Phoenix en promedio, tiene 110 días al año con un alto temperatura superior a 37.7 °C y 19 días con alta temperaturas superiores a 43.3°C. (City of Phoenix, 2020, p.25)

Es por eso que la ciudad ha generado un Plan de acción para el clima con metas para aminorar el calor, entre las que establecen en el corto plazo: proporcionar sombra en las 4050 paradas de autobús y completar el proyecto piloto de sellos fríos de para calles que es un tratamiento asfáltico a base de agua que se aplica sobre el pavimento asfáltico existente para refrescarlo, en el largo plazo tienen como objetivo crear una red de corredores frescos y aumentar la sombra proporcionada por los árboles (City of Phoenix, 2020, p.26)

Phoenix tiene una meta al año 2050 para hacer que caminar, andar en bicicleta y utilizar el transporte público se usen y disfruten en todos los vecindarios. La ciudad busca lograr esto al implementar el Plan de Transporte 2050, que incluye como objetivos reducir la intensidad de las emisiones de carbono del sistema de transporte actual en un 80%, esto al proporcionar sistemas de transporte de superficie multimodales que sean seguros, limpios, eficientes, sostenibles y consistentes con las políticas de *calles completas* para apoyar las necesidades de movilidad. (City of Phoenix, 2021)

Dentro de las mejoras que se proponen en el Plan de Transporte 2050 para lograr esto, se encuentran la construcción de 1738 km nuevos carriles para bicicletas, 217 km de banquetas nuevas y la instalación de 2,000 nuevas luces en las calles.

Otra de las ciudades intermedias en Estados Unidos es El Paso, Texas, con una población de 839,238 habitantes al año 2018, con un clima promedio máximo en el mes de Julio de 34.8°C. (Texas almanac, 2018)

El paso cuenta con un plan de movilidad en bicicleta desde finales de los 70s. El personal de la ciudad consideró formalmente la necesidad de una infraestructura de apoyo para bicicletas por primera vez en 1977. (City of El Paso, 2016, p. A2) Es decir que, al año 2021, la ciudad cumple 44 años de impulsar la movilidad en bicicleta.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

El Plan de Bicicleta elaborado en el 2016 tiene como visión hacer de El Paso, una ciudad apta para bicicletas promoviéndolo como una forma de desplazarse viable, segura y diaria. (p.10) De acuerdo con este plan elaborado por la ciudad de El Paso, la red de bicicletas creció. “Con más de 160 km de instalaciones para bicicletas en la calle y más 48 km de caminos de uso compartido”. (City of El Paso, p.26)

Debido al gran avance de la ciudad en su infraestructura ciclista, las recomendaciones que se realizaron en el Plan de Bicicleta consisten en recomendaciones para continuar con la consolidación la red y fomentar la educación para el uso de bicicletas, por lo que se impartieron clases generales sobre los siguientes temas: “Mantenimiento básico de bicicletas, cómo cambiar una llanta, entrenamiento de conducción segura y habilidades de tráfico, compras en bicicleta, desplazamientos 101, clínica legal de bicicletas, no se necesita automóvil: cómo moverse sin conducir” (City of El Paso, p.83)

Esto destaca que, aunque se tenga infraestructura, es de suma importancia la participación de la sociedad y el tema de educación vial para promover la movilidad no motorizada.

En el caso de Latinoamérica, la ciudad de Valledupar en Colombia, cuenta con 532,956 habitantes, (Cesore,2020) la temperatura Media Anual es de 28,4 °C, con máximas y mínimas de 22°C y 34°C, (Alcaldía municipal de Valledupar 2018)

En el 2018, se publicó El Plan Integral de Movilidad No Motorizada y Espacio Público para Valledupar, realizado por la Fundación Ciudad Humana.

Este plan se centró en la movilidad ciclista y peatonal, al brindar recomendaciones para incentivar estos modos de desplazamiento. Para la movilidad en bicicleta se menciona que es necesario generar infraestructura que “otorgue a los ciclistas un espacio seguro, cómodo y continuo para transitar en las vías de la ciudad”. (Fundación Ciudad Humana p.47) En este sentido, generar una red de ciclovías amplia y accesible es una prioridad para el Municipio de Valledupar. Se concluyó que “la generación de vías de circulación exclusiva de bicicletas creará conectividad para los usuarios cotidianos de esta y de otros modos no motorizados, esta estrategia servirá para promover la intermodalidad al conectar las ciclovías con estaciones y puntos de transferencia de otros modos de transporte”. (Fundación Ciudad Humana p.51)



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Es decir que la red de ciclovías en Valledupar se apoya de la infraestructura peatonal y el transporte público para una mejor función. Para la movilidad peatonal, uno de los criterios más importantes es la existencia de cruces seguros. Las intersecciones son puntos cruciales porque son lugares donde no existe una separación espacial entre conductores, peatones y ciclistas. En las intersecciones, es necesario el desarrollo del diseño y de infraestructura que permita garantizar un escenario urbano donde peatones y ciclistas puedan realizar sus viajes de forma segura y confortable. (Fundación Ciudad Humana p.27)

2.3.2 Antecedentes nacionales

La ciudad de Hermosillo, al año 2020 tiene una población de 936, 263 habitantes y un parque vehicular de 525,439 automóviles registrados. (INEGI,2021) Con un clima denominado muy seco, muy cálido y cálido con una temperatura media anual de 25.2 °C (Gobierno de Hermosillo, s.f.)

En Hermosillo, al igual que en Mexicali, la gestión de la movilidad es uno de los problemas que más atención requieren. La ciudad ha seguido el modelo de crecimiento de las ciudades norteamericanas que han centrado el automóvil como el modo de transporte para el diseño de las ciudades.

Una de las principales medidas que se han establecido en Hermosillo es un plan que tiene como objetivo “iniciar un proceso de reurbanización o reutilización de terrenos subutilizados, o como se diría en inglés, iniciar procesos de «infilling»”. (IMPLAN, 2017, p. 97)

Esto al tomar como primera línea de estrategia la Columna vertebral de movilidad en la ciudad, posteriormente el plan se enfoca en el tejido urbano, enfocándose en modos alternos al uso del automóvil. (IMPLAN, 2017, p. 97) Esto con el objetivo de generar nuevas densidades en los barrios de la ciudad y buscar la accesibilidad de la población.

Otra ciudad intermedia a nivel nacional es la ciudad de Chihuahua, con una población de 937, 674 habitantes y un parque vehicular de 656,589 automóviles registrados al año 2020, con un clima templado seco (INEGI,2021)

En el año 2009 el Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua desarrolló el Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable (PSMUS) en el que se realizó un diagnóstico



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

exhaustivo que ha comprendido el estudio de los siguientes componentes: el sistema urbano, el sistema vial, el tránsito, el sistema de transporte público, la movilidad, el tema ambiental, el marco legal y el marco institucional.

Dentro de las principales conclusiones de este plan en el tema de movilidad se detectó que “en la ciudad el 61.3% de los viajes diarios en la ciudad se realizaban en automóvil particular”. (IMPLAN, 2009, p.-6-69)

Los viajes a pie se realizan en su mayoría por motivos de estudio y compras, conducir un vehículo particular sobresale en el caso de los viajes al trabajo, por otra parte, el autobús es más utilizado en viajes al trabajo y de regreso a casa, pero es muy poco usado para viajes relacionados a actividades recreativas. (IMPLAN, 2009, p.-6-69)

Las medidas que se han implementado como solución para reducir la cantidad de viajes y la cantidad de tiempo que se invierte en ellos ha sido, al igual que en la ciudad de Hermosillo, la redensificación de la ciudad, con el motivo de promover la accesibilidad para las personas. Esto con planes de construcción de conjuntos habitacionales de vivienda vertical.

Esta estrategia busca “que más chihuahuenses cuenten con una vivienda digna a la vez que se recuperan espacios ubicados estratégicamente, pero abandonados y se hace frente al crecimiento desordenado y a la dispersión urbana”. (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2020 p.2)

En el estado de Chihuahua, también se ubica Juárez, una ciudad fronteriza con una población al año 2020 de 1, 512,450 habitantes, con un parque vehicular de 586,171 automóviles. (INEGI, 2021) el verano suele ser cálido hasta llegar a extremos de 40° centígrados (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2016)

El Plan de Movilidad Ciclista y su integración al Sistema de Transporte Público en Ciudad Juárez se publicó en el año 2015. En el que menciona que además de implementar la infraestructura ciclista para favorecer la circulación en bicicleta con seguridad y atraktividad se deben de seguir las siguientes recomendaciones.

Señalar las intersecciones y cruces especiales para peatones y bicicletas, además de medidas de pacificación del tráfico en las vialidades que consisten en cambiar el diseño de



las calles o de sus materiales, establecer estacionamientos para bicicletas de corta y larga estancia y la promoción de la normatividad y la educación vial (IMPLAN, 2009, p.373)

2.3.3 Antecedentes locales

En la ciudad de Mexicali, como se mencionó anteriormente, la infraestructura para el peatón es deficiente y existe poca infraestructura ciclista.

Las pocas ciclovías se han centrado en vialidades primarias, en la Calzada Río Nuevo existe una ciclovía exclusiva delimitada solamente con pintura, sin embargo, el no contar con elementos que delimiten la ciclovía y la disposición de usos de suelo en la zona no es muy variado, lo que provoca que los viajes sean largos e inseguros.

Por otra parte, el Bulevar Benito Juárez cuenta con un carril de ciclovía compartida con los vehículos motorizados, lo que resulta peligroso para los ciclistas.

Cabe mencionar que existen asociaciones civiles en la ciudad que se han interesado en el desarrollo de la ciudad con un enfoque de movilidad urbana sustentable, tal es el caso del Laboratorio de Invención para la Ciudad (LABICI), que ha realizado proyectos como el de Ruta P, que busca implementar un circuito de movilidad sostenible e inclusiva, a través del mejoramiento de vialidades importantes ubicadas en la zona sureste de la ciudad. Otro de los proyectos es Plan C que consiste en el diseño e intervención de una red de calles que son adaptadas para así permitir el tránsito seguro de peatones y ciclistas. (LABICI,2019)

Por parte del IMIP se tiene como iniciativa el proyecto de un sistema metropolitano de ciclovías dentro del banco estratégico de proyectos del municipio de Mexicali. Entre los que destacan que se encuentra a nivel de proyecto ejecutivo Corredor Industrial Palaco de Monumento a Sánchez Taboada a Av. Ignacio Zaragoza (9.9km) La Calz. Héctor Terán Terán de Corredor Industrial Palaco a Carretera a Tijuana (8km) y el Blvr. Gómez Morín de Blvr. Lázaro Cárdenas a Calz. CETYS (3.3km) Sin embargo, aún no existe alguna fecha establecida para la realización de estos proyectos.

Específicamente dentro del área de estudio, es importante mencionar que de acuerdo con el “Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Garita Mexicali III, Mexicali, B.C., publicado el 4 de julio de 1997 en el periódico oficial por el H.XV Ayuntamiento de



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Mexicali, la expansión urbana de nivel socioeconómico alto se generó en la zona a partir del asentamiento de fraccionamientos de alto nivel así como de escuelas particulares que se establecieron sobre la Calzada Cetys, lo que ocasionó que el suelo adquiriera mayor plusvalía. Además, con la construcción del puerto fronterizo III las expectativas del desarrollo de la zona aumentaron al convertirse en un polo de desarrollo industrial y económico, ya que en la zona se establecen también parques industriales como PIMSA IV.

En lo que respecta a la Calzada Cetys, se generaron zonas comerciales en su contexto inmediato aumentando aún más la plusvalía del área y en cuanto a la estructura vial de la zona, en el “Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Garita Mexicali III”, se propusieron dos vialidades secundarias en sentido Norte-Sur que intersectan al Sur con la Calzada Cetys y al Norte con el Blvr. Abelardo L. Rodríguez, estas calles son la Álamo Chopo e Imperial, que se proyectaron con la finalidad de distribuir el tránsito generado por la construcción de la Garita III.

Sin embargo, desde el año 2017 se encontraba en trámite ante el Gobierno de la ciudad de Mexicali, la construcción del parque industrial PIMSA VIII en el terreno frente a la Garita III con una superficie de 32 hectáreas aproximadamente que contará con 10 naves industriales. (García, 2017) Esto alterará directamente a la estructura vial establecida por el “Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Garita Mexicali III” al verse afectada la construcción de la Calle Imperial. Esto también impacta al Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025 ya que una parte de la zona donde se pretende construir el parque industrial se proponía con uso de suelo comercial en consolidación (IMIP, 2007)

En este sentido, la construcción del Parque Industrial PIMSA VIII afectará los planes propuestos y atraerá viajes de otros puntos de la ciudad al convertirse en una zona de empleo, así como el aumento del tráfico pesado por las vialidades de la zona.

2.4 Marco normativo instrumental de la Movilidad Urbana

2.4.1 Marco normativo instrumental de la Movilidad Urbana en el Mundo

La Organización de las Naciones Unidas estableció en el año 2018 La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los que el Objetivo Número 11 consiste en



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

“conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”. (p. 51)

Una de las metas principales que establece la ONU es que de aquí a 2030, se deben proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, al prestar especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad (ONU, 2018)

En la Agenda Urbana, la ONU también señala que los componentes del derecho a la ciudad se basan en la necesidad de que un asentamiento humano garantice el acceso de todos a la vivienda, a los bienes, los servicios y las oportunidades urbanas, enfocándose en grupos vulnerables o con necesidades especiales o marginados, esto con la finalidad de garantizar un uso justo del espacio urbano. (ONU, s.f.)

ONU Hábitat (2021) indica que una ciudad debe de ser caminable, las calles deben invitar a las personas a caminar y promover seguridad y sostenibilidad, al fomentar los modos de transporte amigables con el medio ambiente, lo que potencializa la vida entre edificios e impulsa actividades recreativas. A su vez es importante considerar que las vialidades sean más anchas para los peatones y para los ciclistas, así como la mejora del mobiliario urbano.

2.4.2 Marco normativo instrumental de la Movilidad Urbana en México

En México el instituto de políticas de transporte y desarrollo se ha encargado de la publicación de Manuales y normativas que impulsan la movilidad urbana sustentable.

En el 2013 el ITDP publicó un manual llamado Planes Integrales de Movilidad Lineamientos para una movilidad urbana sustentable. Donde se recomienda que para la elaboración de planes se debe contar con una organización previa Elaboración del plan integral de movilidad con objetivos específicos, obtener la aprobación del plan y realizar su publicación, así como su monitoreo y evaluación.

En el 2019 se publicó el Manual de Calles: Diseño Vial para ciudades mexicanas, realizado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU] (2019) en



los que también participó el ITDP y se establecen como principios para el diseño o la modificación de las vialidades los principios de inclusión, seguridad, sustentabilidad y resiliencia. Se destaca que "las calles deben ser diseñadas para que cualquier persona pueda hacer uso de la misma en igualdad de condiciones. Esto se logra a través del reparto equitativo del espacio, en especial de los usuarios más vulnerables. " (p.58)

El Manual de Calles (SEDATU, 2019) contempla que las vialidades tienen que transformarse con los criterios de seguridad, inclusión, sustentabilidad y resiliencia. En cuanto al proceso de planeación, se menciona que primeramente se debe de elaborar una toma de datos y un análisis del contexto mediante levantamientos, encuestas y aforos, después, la construcción de modelos de oferta y demanda, y validación del modelo y por último la simulación de escenarios futuros (p.100)

El 17 de mayo de 2022, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Movilidad y seguridad vial en donde señala en el artículo 6 la jerarquía de la movilidad. Se considera que la planeación y el diseño de las políticas públicas, los planes y los programas de movilidad deben beneficiar a los grupos de personas vulnerables, al dar prioridad en primer lugar a los peatones, posteriormente a los ciclistas y usuarios de la movilidad no motorizada, después a los usuarios de transporte público, posteriormente a las personas que prestan servicios de transporte y que distribuyen mercancías y bienes y por último a los usuarios de vehículos motorizados de tipo particular.

La ley de movilidad y seguridad vial señala también en el artículo 31 los criterios para lograr la movilidad y la seguridad vial en donde se establece que debe incentivarse la utilización del transporte público, así como vehículos no motorizados y no contaminantes.

Además, el artículo 33 señala que los estados y los municipios del territorio nacional deben orientar las obras de infraestructura urbana y los diseños de vialidades bajo los principios de la jerarquía anteriormente señalada por esta Ley, al dar prioridad a los peatones, vehículos no motorizados y al transporte público de acuerdo con las necesidades de cada ciudad.

Cabe destacar que el artículo 35 señala los criterios para el diseño de la infraestructura vial, donde se indica que los proyectos de nuevas vialidades o el rediseño de las calles ya



existentes deben emplear el enfoque de **calle completa** en donde se debe incluir secciones que sean adecuadas para los peatones, carriles que sean para el desplazamiento exclusivo de la vehículos no motorizados y carriles exclusivos para el sistema de transporte público.

A su vez, la SEDATU (2019) en el Manual de Calles, señala que las vialidades primarias que circulan por las ciudades y tienen intersecciones semaforizadas, que generalmente tienen camellón central y tres o inclusive más carriles por sentido, deben tomar en cuenta para su rediseño el enfoque de **calle completa**. Se indica que estas vialidades deberían de tener una velocidad de 50 km/hr con una banqueta con un ancho de 4m, ciclovías segregadas, carriles exclusivos para el transporte público, sin estacionamiento y con carriles para movilidad motorizada con un ancho no mayor a los 3 m.

2.4.3 Marco normativo instrumental de la Movilidad Urbana en Mexicali, Baja California

En la ciudad de Mexicali, la infraestructura y el desarrollo urbano se han centrado en el uso del automóvil. El Programa Municipal de Desarrollo Urbano (IMIP 2020) menciona que la movilidad no motorizada en el municipio presenta deficiencias que son consecuencia de la falta de actualización de instrumentos normativos en la ciudad que incidan en el diseño vial, lo que refleja la inequidad social. (p. 51)

Al año 2021, no se tiene aún un instrumento que defina las normativas de la movilidad urbana sustentable en la ciudad, sin embargo, se encuentra en elaboración por parte del Instituto Municipal de Investigación y Planeación urbana de Mexicali el “Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la ciudad de Mexicali”.

Para esto se realizaron en el mes de mayo talleres virtuales de participación ciudadana como parte de la elaboración de este instrumento normativo, donde se reunieron organismos públicos y privados para hablar de la movilidad no motorizada, el transporte público y la movilidad motorizada en la ciudad. (IMIP, 2021)

Esto con la finalidad de presentar los avances del programa e involucrar la participación en la mejora de la calidad de vida de los mexicalenses al aportar equidad e inclusión con un enfoque en la accesibilidad y el derecho a la ciudad.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

En el año de 2022 se lanzó por parte del Ayuntamiento de Mexicali una serie de obras que se realizó en la ciudad bajo el nombre de "Respira" que de acuerdo con el proyecto el significado del lema es el siguiente:

"Respira significa una transformación cultural y un rompimiento de paradigmas significa un modelo de ciudad inclusiva con los grupos sociales y personas históricamente marginadas ". (SIDURT, 2022)

Esto a pesar de que las obras que se planean llevar a cabo en la ciudad solamente contemplan diseños para la movilidad motorizada, con 3 puentes vehiculares, 2 ampliaciones de carriles motorizados en vialidades, una carretera y una remodelación de una vialidad. No se contemplan proyectos para el transporte público y estos diseños a su vez, tampoco contemplan carriles para ciclovías.

2.5 Síntesis conceptual

A pesar de que la sustentabilidad es una teoría que se estableció en el año de 1987 y que hay ciudades en Estados Unidos y Latinoamérica que ya han implementado planes para la mejora de la movilidad no motorizada, la ciudad de Mexicali al año 2021 aún no dirige su sistema de movilidad hacia el enfoque de cuidado ambiental y de integración de modos de transporte no motorizados.

A nivel nacional, la Secretaría de Gobernación ha publicado la Ley de Movilidad y Seguridad vial en el Diario Oficial de la Federación señala la prioridad que debe brindarse para peatones y vehículos motorizados, sin embargo, el diseño de nuevas calles, así como el rediseño de las vialidades existentes en Mexicali se enfoca hacia el aumento de carriles exclusivos para el vehículo particular motorizado.

Esto ocasiona que la problemática del aumento del parque vehicular aumente y con ello la contaminación, los índices de accidentes y la temperatura. Por lo tanto, la manera de gestionar la movilidad coloca a la ciudad en una posición crítica donde aún no se cuenta con una normatividad que impulse a Mexicali hacia la movilidad urbana sustentable.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

En este sentido, y al valorar las características de la ciudad, se deben considerar tres enfoques: ambiental, transporte y desarrollo urbano, que integren los conceptos de accesibilidad, atraktividad y derecho a la movilidad para lograr la inducción del tráfico no motorizado en las vialidades de Mexicali.

Debido a las condiciones climáticas de la ciudad, se debe considerar primeramente el enfoque ambiental e incluir en las secciones de las vialidades zonas peatonales e infraestructura ciclista con un diseño adecuado para incentivar el uso de la movilidad no motorizada, ya que son modos de transporte amigables con el medio ambiente al no requerir de combustibles y basarse en el esfuerzo humano. A su vez, en las vialidades se deben agregar zonas destinadas para áreas verdes dignas, con vegetación endémica que produzca sombra, lo que hace que las vialidades sean más atractivas visualmente y cómodas en cuestiones térmicas al generar sombra para peatones y ciclistas.

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (2007) entre las principales especies de árboles en el Norte de México se encuentran el Palo Verde y el Mezquite, que se caracterizan por soportar las sequías y tienen follaje frondoso que produce sombra.

En cuanto al enfoque de transporte, se deben considerar las condiciones actuales de la movilidad con apoyo de la ingeniería de tránsito, para conocer el volumen vehicular, ciclista y peatonal de las vialidades estudiadas, esta rama de la ingeniería civil realiza mediciones a través de aforos de tránsito manual o con el apoyo de instrumentos mecánicos, que posteriormente son analizados y se considera la capacidad de la vialidad para conocer variables como el flujo vehicular, las horas de máxima demanda y los niveles de servicio. Otro punto importante en el enfoque de transporte es el señalamiento de tránsito, las vialidades y las intersecciones deben considerar este aspecto para brindar seguridad a los usuarios.

La ingeniería de tránsito ha avanzado con la ayuda de la tecnología con la creación de *softwares* de simulación, con los que es más sencillo observar el comportamiento de las vialidades al realizar modificaciones en el diseño de las vialidades y determinar sus variables con base en aforos de tránsito previos.



El enfoque de desarrollo urbano debe considerar la disposición de los usos de suelo al contemplar el concepto de accesibilidad urbana que se puede definir como la facilidad de llegar a destinos como la vivienda, la escuela, el trabajo, servicios y centros comerciales y recreativos en función de los modos de transporte disponibles y la estructura de la ciudad. Esto con la finalidad de que la población de una zona determinada pueda acceder fácilmente a los beneficios que la ciudad provee creando subcentros urbanos que concentren todos los servicios necesarios, ya que trasladarse por rutas muy largas que requieran de gran esfuerzo, tiempo y recursos y se puedan generar los viajes al emplear movilidad no motorizada.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Metodología

A partir de la revisión del marco teórico conceptual se concluye que la movilidad urbana sustentable es una disciplina en la que intervienen y se correlacionan distintos aspectos que se evaluarán en esta investigación. Entre los que destacan el *Enfoque de Desarrollo Urbano*, el *enfoque de Transporte* y el *Enfoque Ambiental*.

El estudio se realizará en la Calzada Cety's, en donde se busca tomar en cuenta la característica particular del clima extremo en la ciudad, por lo que se utilizará una metodología de investigación para cada enfoque.

Para el enfoque *de Desarrollo Urbano* se analizará la disposición de los usos de suelo, los desplazamientos de los usuarios de la zona a través de encuestas de Origen-Destino y el área de influencia para los desplazamientos de la zona.

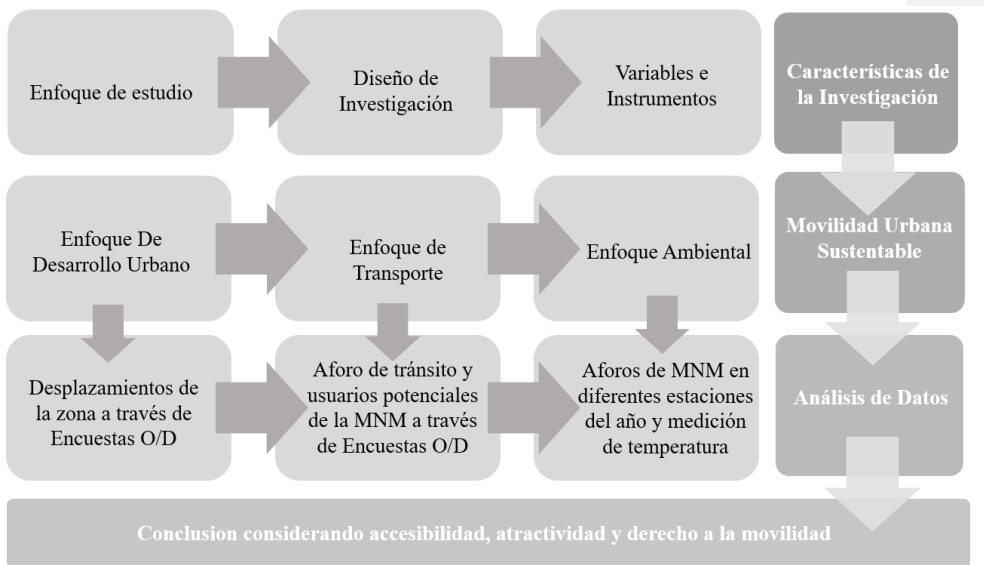
Para el *Enfoque de Transporte* se realizaron aforos de tipo automático y manual con el objetivo de conocer el volumen del tránsito vehicular, peatonal y ciclista en la zona. En el caso de los aforos peatonales y ciclistas se realizaron en dos periodos del año marcados por las estaciones del año en los que la temperatura cambia, con la finalidad de comparar los volúmenes de tránsito.



Dentro del *Enfoque ambiental* se realizaron a la par de los aforos peatonales y ciclistas, la medición de la temperatura en cada punto de aforo debido a la condición del clima en la ciudad de Mexicali.

En este capítulo se presenta la metodología que se utilizará para el desarrollo de la investigación, que se resume en la figura 11.

Figura 11. Esquema metodológico general de la integración de la Movilidad no Motorizada.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Características de la investigación

Las características de esta investigación, permiten comprender por qué se seleccionó cada enfoque del estudio, así como el diseño de investigación que involucra los aspectos de desarrollo urbano, transporte y ambiente, así como las variables a considerar en cada uno y la instrumentación necesaria para ello.



3.2.1 Enfoque de estudio

Para la evaluación de la integración de la movilidad no motorizada en la zona dorada de la ciudad de Mexicali en la Calzada Cetys, se utilizará un enfoque del estudio **cuantitativo** ya que según Hernández-Sampieri (2018) este tipo de investigaciones utilizan los diseños para poder evaluar la hipótesis que ha sido formulada en esta investigación y que corresponde al análisis de las variables de cada aspecto a evaluar.

En la tabla 3 se resumen las características metodológicas de la investigación al considerar el parámetro de estudio y el instrumento técnico para la recolección de los datos.

Tabla 3.- Características metodológicas de la investigación con enfoque cuantitativo.

Características metodológicas de la investigación				
Movilidad Urbana Sustentable	Parámetro de estudio	Requerimiento del parámetro de estudio	Enfoque cuantitativo	Instrumento o técnica para la recolección de datos
Enfoque de Desarrollo Urbano	Área de influencia de desplazamientos de movilidad no motorizada	Análisis	Análisis de distancias	Qgis
	Desplazamiento	Trabajo de Campo	Trabajo de Campo	Encuesta O/D
Enfoque de Transporte	Volumen vehicular	Trabajo de campo	Trabajo de campo	Aforos automáticos y manuales.
	Usuarios potenciales de la MNM e integración.	Trabajo de campo y análisis	Trabajo de campo y análisis.	Encuestas O/D y software de simulación
Enfoque Ambiental	Análisis de temperatura	Trabajo de campo y análisis	Trabajo de campo y análisis	

Fuente. Elaboración propia



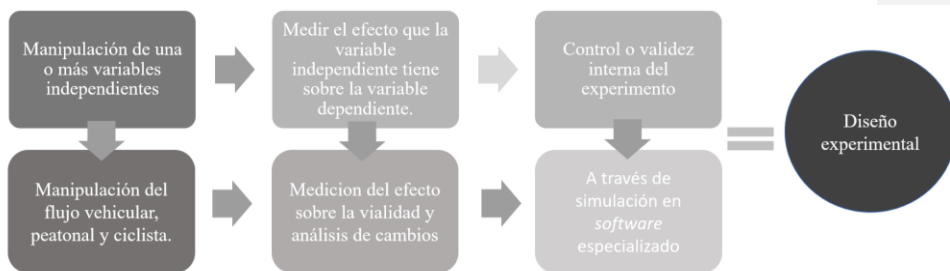
3.2.2 Diseño de investigación

El enfoque del diseño de la investigación será de tipo experimental, ya que, como considera Hernández-Sampieri (2018), este tipo de investigación manipula variables para observar el posible efecto que cause esta variación para obtener resultados y conclusiones.

Esto se relaciona con la utilización del *software* de simulación en la investigación, ya que, a partir de los datos recopilados en campo de los aforos automático y manuales en distintas épocas del año, se generará un escenario con las condiciones encontradas y se analizarán las condiciones de operación con la infraestructura actual. Posteriormente se generará un nuevo escenario con las nuevas características propuestas en el *software* la integración de la movilidad no motorizada en la Calzada Cetys, en el que se observarán los cambios de la vialidad.

En la figura 12 se observan las principales características que poseen los diseños experimentales según Hernández-Sampieri (2018) y la relación con la presente investigación.

Figura 12. Esquema metodológico general de la integración de la Movilidad no Motorizada.



Fuente: Propia con base en Hernández-Sampieri (2018).



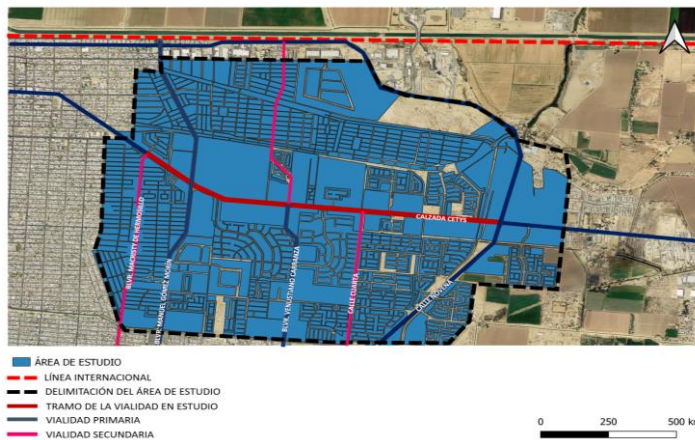
3.2.3 Caso de Estudio

El estudio de movilidad se realizará en la zona Noreste de la ciudad, específicamente en la Zona Dorada, en la Calzada Cetys, desde el Blvr. Macristy de Hermosillo hasta la Calle Novena, en una longitud de 4 kilómetros.

Con un área de influencia de zonas residenciales como el Fraccionamiento Vista Hermosa, Privada Vista Hermosa, Fraccionamiento Cataviña, San Pedro Residencial I y II, Fraccionamiento Residencial Marsella, Residencial Casa Maya, Residencial Puerta de Alcalá, Residencial Vereda del Sol y Residencial Cerrada del Sol, además de centros comerciales como Plaza San Pedro, Plaza Cataviña, Plaza Lienzo, Plaza Vistahermosa, Plaza Gran Vía, Plaza 686, así como equipamientos educativos de diferentes niveles como el Centro de Enseñanza Técnica y Superior CETYS, Colegio Anglo Americano e Instituto Salvatierra.

En la figura 13 se delimita la vialidad del estudio.

Figura 13. Delimitación de la Calzada Cetys.



Fuente: Elaboración propia, a partir de Qgis.

Se propone realizar una propuesta de integración de movilidad no motorizada en el *software* con los datos obtenidos de los aforos realizados.



El estudio se enfoca en las 5 intersecciones semaforizadas de la vialidad, que serán analizadas primeramente por separado para posteriormente realizar una unificación de datos en el *software* de simulación vial.

De Oeste a Este, las intersecciones son las siguientes:

- 1.- Calzada Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo
- 2.- Calzada Cetys y Blvr. Gómez Morin
- 3.- Calzada Cetys y Venustiano Carranza
- 4.- Calzada Cetys y Calle Cuarta
- 5.- Calzada Cetys y Calle Novena

3.2.4 Condiciones de la vialidad

Para iniciar con el análisis de la calzada seleccionada, fue necesario conocer las características que se presentaron al momento de iniciar el estudio, por lo que se midió la sección y la velocidad para obtener los elementos básicos de movilidad que se presentaban en la Calzada Cetys.

3.2.5 Sección de la vialidad

Para conocer las dimensiones de la sección de la vialidad se realizó una medición de la misma con cinta métrica de 50 m.



Figura 14. Cinta métrica.



Fuente: Maciel, 2021.

Donde se encontró que la calzada tiene un ancho de 36 m y se divide en 3 zonas:

- a) Zona Peatonal
- b) Zona de movilidad motorizada
- c) Zona de camellón central

La zona peatonal tiene banquetas con una medida variable de entre 1 a 2 m dependiendo del área.

La zona de movilidad motorizada cuenta con tres carriles de circulación por sentido de 3.5 m, con acotamiento de 3 m que en algunas zonas es utilizado como estacionamiento. El acotamiento se considera como el espacio que se encuentra al lado de los carriles de circulación vehicular motorizada, el uso del acotamiento sólo debería usarse en situaciones de emergencia (SEDATU, 2019). Sin embargo, el acotamiento en la vialidad es destinado en algunas zonas para el estacionamiento regular de los automóviles.

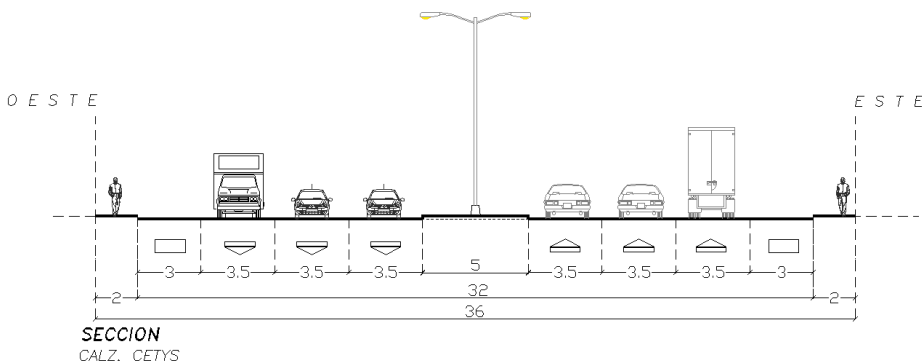
Por último, la zona de camellón central permite realizar los movimientos de los vehículos motorizados para vueltas a la izquierda, además en esta área se ubica el alumbrado



público de la vialidad, así como vegetación de árboles y arbustos en algunos puntos de la calzada.

Esto indica que el 75% de la sección de la vialidad es utilizada para la movilidad motorizada, el 13.9% para el camellón central y solo el 11.11% para la movilidad peatonal. La sección se muestra en la figura 15.

Figura 15. Sección de la Calzada Cetys al año 2021-2022.



Fuente: Elaboración propia, a partir de AutoCAD 2021.

3.2.6 Velocidad de la vialidad

En cuanto a la velocidad, el señalamiento vertical instalado en la Calzada Cetys indica un límite máximo de 60 km/hr, (Fig.15) sin embargo, se realizó un análisis de la velocidad del tránsito con una pistola de velocidad de la marca Bushnell, con la finalidad de corroborar las condiciones de circulación de la vialidad.

Figura 16. Señalamiento de límite de velocidad.



Fuente: Google Earth, 2020.

La pistola de radar de velocidad de la marca Bushnell (Fig.16) obtiene mediciones de velocidad de manera instantánea. Su precisión puede variar entre más o menos 2 km/hr. Su uso es sencillo, consiste en apuntar y disparar hacia el objeto en movimiento, puede medir la velocidad hasta de un automóvil de carreras a una velocidad de 322 km/hr. (Bushnell, s.f.)

Figura 17. Radar de velocidad Bushnell.



Fuente: Maciel, 2021.

La medición de velocidad se realizó en 4 diferentes puntos de la Calzada Cetys como se indica en la figura 17. Por cada punto se realizaron 10 tomas considerando la fecha y la hora en la que se realizó el análisis. Esto con el fin de confirmar si los vehículos motorizados respetan el límite de velocidad señalado.

- 1) Calz. Cetys antes de Blvr. Macristy de Hermosillo.
- 2) Calzada Cetys antes de Blvr. Manuel Gómez Morín.



3) Calzada Cetys antes de Calle Cuarta.

4) Calzada Cetys antes de Calle Novena.

Figura 18. Medición de velocidad sobre Calzada Cetys 2021.



Fuente: Maciel, 2021.

Se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4. Registro de velocidad para corroboración de límite establecido.

Registro de velocidad											
Calz. Cetys antes de Blvr. Macristy de Hermosillo			Calzada Cetys antes de Blvr. M. Gómez Morín			Calzada Cetys antes de Calle Cuarta			Calzada Cetys antes de Calle Novena		
Fecha	Hora	(km/hr)	Fecha	Hora	(km/hr)	Fecha	Hora	(km/hr)	Fecha	Hora	(km/hr)
11/2/2021	1:05	61	12/2/2021	1:54	65	15/2/2021	3:10	63	17/2/2021	2:42	71
11/2/2021	1:05	60	12/2/2021	1:54	64	15/2/2021	3:10	65	17/2/2021	4:42	72
11/2/2021	1:06	63	12/2/2021	1:54	66	15/2/2021	3:10	64	17/2/2021	2:42	68
11/2/2021	1:10	58	12/2/2021	1:54	67	15/2/2021	3:11	62	17/2/2021	2:43	69
11/2/2021	1:10	59	12/2/2021	1:55	67	15/2/2021	3:11	68	17/2/2021	2:43	65
11/2/2021	1:11	62	12/2/2021	1:55	68	15/2/2021	3:11	72	17/2/2021	2:43	65
11/2/2021	1:11	58	12/2/2021	1:55	68	15/2/2021	3:12	75	17/2/2021	2:44	66
11/2/2021	1:11	56	12/2/2021	1:56	70	15/2/2021	3:12	69	17/2/2021	2:44	64
11/2/2021	1:12	59	12/2/2021	1:57	71	15/2/2021	3:12	70	17/2/2021	2:44	63
11/2/2021	1:12	61	12/2/2021	1:57	69	15/2/2021	3:13	68	17/2/2021	2:45	63

Fuente: Elaboración propia.

Se observó que la velocidad de la vialidad se vio rebasada por el límite que se marca en el señalamiento en algunos puntos de la vialidad, sobre todo en las zonas ubicadas al Este de la ciudad, a diferencia de la sección cercana a la intersección del Blvr. Macristy de Hermosillo donde en algunos puntos no cuenta con acotamiento y la vialidad cambia de sección a dos carriles por sentido.



3.3 Variables

3.3.1 Enfoque de Desarrollo Urbano

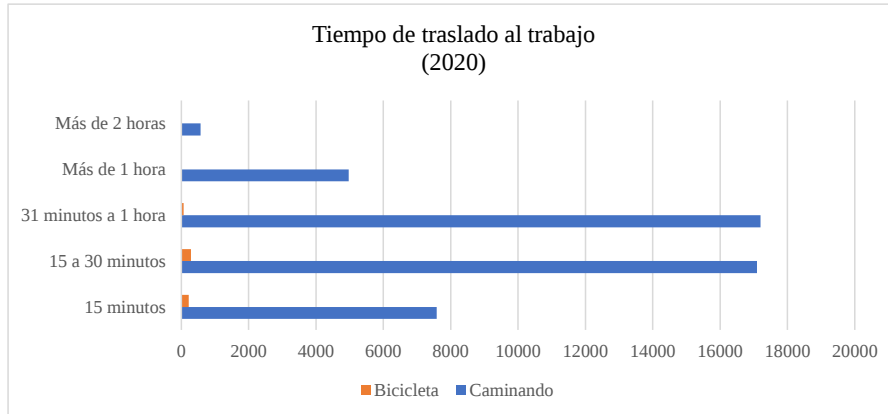
Una de las variables más importantes para dar paso a la accesibilidad urbana se involucra directamente con la disposición de los usos de suelo, lo que da lugar a los desplazamientos que la población realiza diariamente. A partir de la disposición del uso de suelo, como comercios, equipamientos y servicios existentes los viajes varían en distancia y tiempo.

De acuerdo con Data México, que se basa en la recopilación de datos del INEGI, en la ciudad de Mexicali en el 2020 presentó un promedio de tiempo de corrido de 24.3 minutos en el traslado de la casa al trabajo, en el caso de la casa a la escuela el tiempo promedio fue de 16 minutos. Es importante señalar que el 5.1% de la población tarda más de 1 hora para llegar a su lugar de trabajo y en el caso del traslado a la escuela el 1.76% de la población. En ambos casos, el medio de transporte que más se utilizó fue el vehículo particular con más del 60% de la población.

En cuanto a los viajes de movilidad activa para trasladarse al trabajo, como caminar y utilizar la bicicleta, el 36.71% de las personas que caminan como modo de desplazamiento tardan de 31 minutos a 1 hora en su recorrido y el 36.41% tardan de 15 a 30 minutos, cifras que representa a la mayoría de los usuarios. En el caso de los recorridos en bicicleta, el 49.74% invierte de 15 a 30 minutos de recorrido de su hogar al trabajo. La bicicleta es el medio de transporte menos utilizado por la población para hacer estos desplazamientos, con solo 579 usuarios. (Data México, 2020)



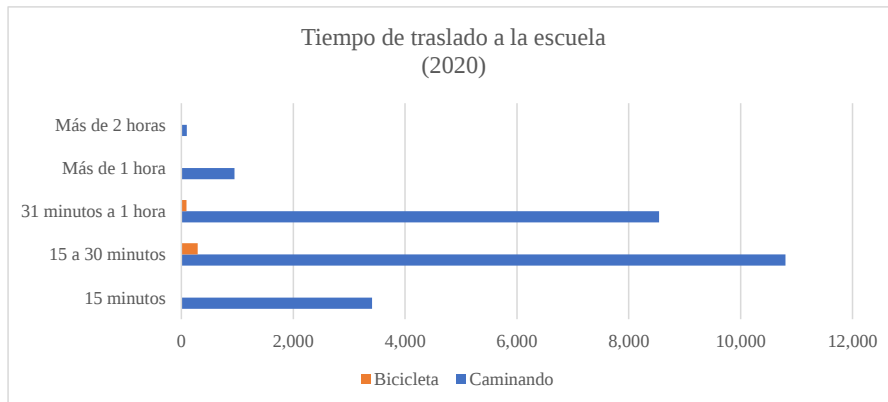
Figura 19. Tiempo de traslado al trabajo (2020)



Fuente: Propia con base en Data México.

Para los viajes del hogar a la escuela el 45.57% de las personas que caminan invierten de 15 a 30 minutos, a la vez hay un porcentaje de 1.22% que tardan más de 2 horas en llegar a su destino. En el caso de los viajes en bicicleta, el 76.50% tardan de 15 a 30 minutos en llegar a la escuela.

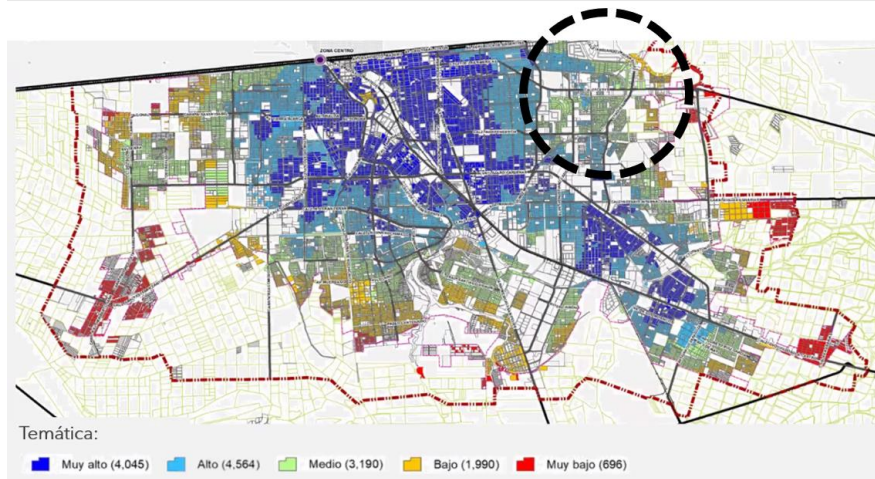
Figura 20. Tiempo de traslado a la escuela (2020)



Fuente: Propia con base en Data México.

En cuanto al área de estudio, de acuerdo con el Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, la zona dorada de la ciudad presenta un índice de accesibilidad de bajo a medio, en donde se presentan vacíos urbanos a lo largo de la vialidad.

Figura. 21. Índice de Accesibilidad en Mexicali, B.C.



Fuente: IMIP.

Es por esto que resulta esencial para la investigación la elaboración de una encuesta de Origen/Destino para conocer las necesidades de los habitantes y usuarios del área, conocer el medio de transporte que utilizan.

La figura 22 representa el diagrama de variables dentro del enfoque de Desarrollo Urbano.

Figura. 22. Diagrama de variables dentro del Enfoque de Desarrollo Urbano



Fuente: Elaboración propia.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

3.3.2 Enfoque de Transporte

Según Sánchez (2019) La ingeniería del tránsito proviene de la ingeniería de transporte y se enfoca en el análisis de los elementos del tránsito como el conductor, peatón, vehículo, vía, señalización y dispositivos de control del tráfico. A su vez, también estudia las características del volumen vehicular, velocidad y densidad y la relación que existe entre estas variables.

Bazant, (2016) considera que el volumen del tránsito va a depender de la dimensión de la sección de la vialidad y de los accesos que de ella dependan y esto se verá afectado en la demanda. (p.195)

3.3.2.1 Volumen vehicular

De acuerdo con Cal y Mayor (2007), los estudios del tránsito se llevan a cabo para poder obtener datos reales del movimiento de los vehículos y personas en puntos específicos dentro de las vialidades. La escala y el periodo de tiempo definido dependerá de cada estudio y lo que se pretenda lograr, no existe un periodo definido para los aforos vehiculares, pueden ser cortos de una hora o menos, un día, una semana, un mes o un año.

Se considera que el volumen promedio de tránsito es la cantidad de flujo de vehículos que transitan por una vialidad o carretera durante un periodo determinado de tiempo, por un lapso de tiempo de más de un día, pero menos que un año. (Bazant, 2016, p.195)

Por otra parte, el tránsito de una hora pico es el volumen que se presenta en intervalos que son menores a un día, al conocer los volúmenes durante los lapsos de tiempo de un día se pueden observar las variaciones del tránsito en las horas del día y determinar así la hora pico (Bazant, 2016, p.195)



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

3.3.2.2 Aforos de tránsito

Existen distintas maneras de cuantificar el volumen del tránsito en las ciudades. En la ingeniería de tránsito la medición base es el aforo ya sea de vehículos o de peatones, los aforos consisten en un conteo que se realiza para conocer el volumen de vehículos o personas que pasan por un punto en un tiempo determinado. (Cal y Mayor, et. al. 2007)

Para determinar el volumen del tránsito Bazant (2016) destaca como herramientas los estudios de origen destino y los muestreos de tránsito. Los estudios origen destino tienen como objetivo principal conocer el movimiento del tránsito con base en los puntos de inicio y terminación de los viajes. Por otra parte, el muestreo de tránsito consiste en realizar el conteo de vehículos motorizados con contadores manuales o de tipo electromecánico.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes en el “Manual para obtener los volúmenes de tránsito en carreteras” señala que los aforos para la recopilación de datos pueden ser de dos tipos, manual o mecánico y que estos pueden ser permanentes o temporales, además señala que los conteos pueden clasificarse de acuerdo al tipo de vehículo en motorizados y no motorizados. En donde en el campo de no motorizados se especifican peatones y ciclistas y en vehículos motorizados, automóviles, autobuses, camiones de carga y motocicletas. (SCT, 2016)

En cuestión de temporalidad, los aforos pueden ser semanales, es decir, en un lapso de 7 días, diarios con una duración de 24 horas u horarios, con menos de 24 horas. (SCT, 2016) La escala y el periodo de tiempo definido dependerá entonces de cada estudio y lo que se pretenda lograr. Sin embargo, el Manual de Calles recomienda que en el caso de los aforos automáticos se coloque el instrumento de medición 24 horas siete días a la semana y en cuanto a los aforos manuales direccionales se recomienda realizarlos en la hora de máxima demanda (SEDATU, 2019)

El aforo manual es un método en el que se realiza el conteo de manera visual, esto a través de personal y con pocas horas de duración. Este método permite que se realice la clasificación de los vehículos por tipo y dirección. Aunque entre sus desventajas se encuentran el costo del personal y el tiempo que requiere la captura de la información a



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

formatos digitales. El proceso para la realización de este tipo de aforos es sencillo, consiste que el personal registre los datos en un formulario previamente elaborado en una hoja de papel. (SCT, 2016)

Estos aforos se pueden clasificar en peatonales, ciclistas, direccionales y de composición vial. Los aforos peatonales tienen el siguiente objetivo:

Disponer de los datos del flujo de peatones en una sección de la calle y poder extraer indicadores clave sobre el uso de la calle (porcentaje de mujeres, de niños, personas con movilidad limitada, entre otros. (SEDATU, 2019:29)

En este sentido, las características principales que se busca obtener son: el volumen de peatones en la hora de máxima demanda, el porcentaje de hombres, mujeres y niños, así como las personas con discapacidad.

En cuanto a los aforos a ciclistas, su objetivo es el siguiente:

Disponer de datos que permitan identificar el comportamiento de ciclistas y la necesidad de adaptación de la infraestructura vial para estos usuarios. (SEDATU, 2019:29)

Esto con el fin de identificar el porcentaje de tipo de bicicletas, el porcentaje de hombres, mujeres y niños, así como el porcentaje de bicicletas que circulan en contrasentido y sobre la banqueta, ya que esto es un indicador de la falta de infraestructura y de la medición de la inseguridad para los ciclistas.

También existen aforos manuales direccionales que se determinan por el tipo de movimiento que realizan los vehículos y aforos manuales de composición vial, en donde el volumen se clasifica a partir del tipo de vehículo que circule, es decir, automóviles, autobuses y camiones de carga.

Existen diferentes métodos para realizar los aforos automáticos como sensores de radar laser, sensores magnéticos o sistema de detección por video (SCT, 2016).

Sin embargo, esta investigación se centró en los sensores de mangueras neumáticas.

Las mangueras neumáticas se utilizan como sensor de ejes, y detectan el paso del vehículo con base en el impulso de presión del aire. Este impulso se mide en un sensor



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

de presión situado dentro del equipo de medición permitiendo al instrumento contar y clasificar (SCT, 2016:22)

De acuerdo con el Manual de Calles de la el objetivo de este tipo de conteo es obtener indicadores del tránsito vehicular motorizado, saber cuáles son las horas de máxima demanda, así como los flujos, el porcentaje de vehículos pesados y el número total de vehículos, así como identificar si existe un carril de transporte público exclusivo. Estos datos servirán para poder determinar los periodos para la realización de aforos direccionales. (SEDATU,2019)

La SCT establece puntos para la colocación de estos instrumentos de medición. Primeramente, establece un proceso de inspección en las mangueras para tener seguridad de su correcto funcionamiento, por lo que se recomienda limpiarse con agua o aire comprimido, así como revisar que no tenga rasgaduras o cortes. Se deberán seleccionar tramos de manguera con una longitud entre 3.65 y 18.29 m. El extremo de la manguera debe contar con un tapón o tornillo colocado con alambre que evite la entrada de agua y suciedad. (SCT, 2016)

En cuanto a la colocación del instrumento se debe tomar en cuenta la ubicación del sensor en un tramo recto, la velocidad de los vehículos en un rango de entre 20 a 110 km/h. Las condiciones de la superficie de rodamiento deben de estar en buen estado, además el pavimento debe tener buena calidad para la colocación de los clavos. Se deben evitar los sitios problemáticos como los entronques y es importante considerar una zona de anclaje para el instrumento de conteo que usualmente son postes de concreto. (SCT, 2016)

3.3.2.3 Capacidad de Una vialidad

En el Highway Capacity Manual 2000 [HCM 2000] The Transportation Research Board, señala el término de capacidad como “el caudal máximo sostenido de 15 minutos, expresado en automóviles de pasajeros por hora por carril, que puede ser acomodado por un segmento de autopista bajo las condiciones predominantes de tráfico en una dirección de flujo”. (p.13-2)



El HCM 2000 también señala que esto dependerá de las características del tránsito, es decir, la velocidad, el tipo de vehículo y lo familiarizados que estén los conductores con la vialidad. Así como, las características de la vialidad, refiriéndose a la geometría, al número de carriles y el nivel de servicio.

3.3.2.4 Nivel de Servicio

De acuerdo con Chávez (2005) los niveles de servicio sirven para medir la calidad del flujo vehicular que describe las condiciones de operación. Para explicar los niveles de servicio, el HCM (2000) señala que existe el nivel A, B, C, D y E. El nivel F existe cuando la demanda sobrepasa la capacidad de la vialidad.

El HCM 2000 define los Niveles de Servicio de la siguiente manera:

“Nivel de servicio A: Describe un flujo de operación libre, los vehículos no tienen ningún impedimento para maniobrar sobre la vialidad.

Nivel de servicio B: Representan un flujo razonablemente libre y se mantienen velocidades de flujo libre. La capacidad de maniobrar dentro de la corriente de tráfico está solo ligeramente restringida.

Nivel de Servicio C: Proporciona un flujo con velocidades iguales o cercanas a la velocidad de flujo libre. La libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico está notablemente restringida.

Nivel de Servicio D: Es el nivel en el que las velocidades comienzan a disminuir ligeramente con el aumento de los flujos y la densidad comienza a aumentar algo más rápidamente.

Nivel de Servicio E: describe la operación a capacidad. Las operaciones en este nivel son volátiles, porque prácticamente no hay brechas utilizables en el flujo de tráfico.

Nivel de Servicio F: Describe problemas en el flujo vehicular como accidentes de tráfico y congestión vehicular.”



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

(p. 13-8, 13-9, 13-10)

3.3.2.5 Volumen de tránsito

Cal y Mayor (2017) señala que el volumen de tránsito es el total de vehículos que circulan durante un segmento de tiempo determinado y define los volúmenes de tránsito horarios en Volumen Horario Máximo Anual (VHMA), es decir la hora de mayor volumen de todas las horas del año y el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) que se define como el máximo número de vehículos que circulan en un punto determinado de una vialidad durante una hora consecutiva.

Las horas de máxima demanda nos indican el horario del día en que la circulación de las vialidades presenta mayor flujo y en la mayoría de los casos los VHMD coinciden con los horarios de ingreso o salida de centros de trabajo y escuelas.

3.3.2.6 Simulación de tránsito

La tecnología dentro del campo de la ingeniería de tránsito ha permitido contar con softwares de modelación para evaluar las condiciones del tráfico, sus componentes y sus variables. Quintero-González (2017) señala que estos programas de simulación han logrado que se entienda de una mejor manera los flujos vehiculares y peatonales en la ciudad gracias a que los softwares permiten la calibración de los volúmenes y la facilidad del rediseño geométrico de los elementos, sin embargo, la ingeniería de tránsito ha perdido el enfoque hacia los aspectos de la movilidad urbana sustentable, como el medio ambiente y la igualdad social.

El presente trabajo tiene como objetivo retomar los conceptos de la ingeniería de tránsito y enfocarlos hacia un esquema de vialidad que integre la movilidad urbana sustentable en el área.

Para esto, se realizarán aforos de tipo automático y manuales, para posteriormente evaluar el volumen de tránsito vehicular, peatonal y ciclista de la zona. Datos que posteriormente se utilizarán para crear escenarios en software de simulación de tránsito.



La figura 23 representa el diagrama de variables dentro del enfoque de Transporte.

Figura 23. Diagrama de variables dentro del Enfoque de Transporte



Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Enfoque Ambiental

Una de las características particulares de la ciudad de Mexicali es el clima. Es por esto que dentro de la investigación resulta importante analizar la temperatura y la percepción de los usuarios de la movilidad no motorizada con respecto a esta variable y así mismo buscar soluciones de disminución de temperatura para mejorar las condiciones del ambiente que se integren en el esquema de calle propuesto y disminuir el efecto de isla de calor urbana.

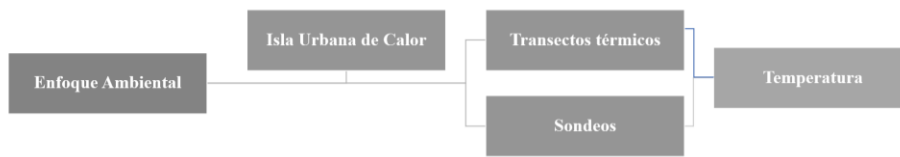
Los árboles y la vegetación en el área urbana traen distintos beneficios para las comunidades, al mejorar el confort y al eliminar el dióxido de carbono del aire. Haung, et. al (1990) (como se citó en Gartland, 2008, p. 110) destaca en términos térmicos que los beneficios principales son 3, el sombreado, la evotranspiración y la protección del viento, además las de la vegetación y las ramas de los árboles al producir sombra reduce la cantidad de radiación que llega a la superficie y se ha encontrado que la sombra de los árboles baja las temperaturas de las superficies debajo de ellos. Se encontró que las paredes sombreadas tenían temperaturas de 5–20°C más frías que las paredes que no estaban sombreadas. (Meier, 1990, como se citó en Gartland, 2008, p. 110)



Es por esto que en la ciudad y en las secciones de las vialidades es importante que se diseñen zonas destinadas a vegetación que produzca sombreado a las superficies para incentivar el uso de la movilidad no motorizada y que sea más atractivo para los usuarios de estos modos de transporte. La investigación en el enfoque ambiental busca analizar la temperatura en verano e invierno para detectar la diferencia de temperatura en los puntos de aforo.

La figura 24 representa el diagrama de variables dentro del enfoque de Desarrollo Ambiental.

Figura 24. Diagrama de variables dentro del Enfoque Ambiental.



Fuente: Elaboración Propia.

3.4 Personal e Instrumentos

En términos generales para la realización de la metodología de la investigación del presente estudio se requerirán distintos tipos de instrumentos y se necesitará el apoyo de personal.

En el caso de los instrumentos, como los contadores automáticos vehiculares, el software de simulación y los instrumentos de medición de temperatura, los tres aspectos importantes al momento de seleccionarlos serán la accesibilidad, la precisión y la calidad de los mismos, así como su operación, como se puede resumir en el siguiente diagrama.



Figura 25. Diagrama de Selección de instrumentos.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la accesibilidad, es necesario contemplar instrumentos que estén disponibles para la investigación, que sean de fácil acceso y que no resulten en un costo que sobrepase el presupuesto de la investigación. Sin embargo, se debe incorporar el factor de precisión y asegurarse de que estos instrumentos que resulten de fácil acceso cumplan con los requisitos para la recopilación de información del estudio y a su vez investigar la forma en la que operan y la manera en la que presentan la información obtenida para su interpretación.

Para la selección del personal que realizará encuestas Origen/Destino y aforos manuales se tomaron en cuenta factores como la responsabilidad y honestidad, la puntualidad y la disponibilidad de horario. Como se resume en el siguiente diagrama.

Figura.26. Diagrama de Selección de Personal.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante que el personal sea responsable y honesto con la captura de los datos, se comprometa con la seriedad del proyecto y que cuente con disponibilidad de horario para los turnos que se programarán.

Un factor muy importante para la selección del personal de aforos manuales es la puntualidad, ya que los conteos se realizan en función de las horas del día, en particular de las horas de máxima demanda.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

En el caso del personal que supervisará los aforos de campo, se tomó como factor la formación académica del candidato, la experiencia previa en instalación de instrumentos de conteo automático y la supervisión en la realización de aforos manuales.

Para los encuestadores y aforadores que no contaban con experiencia se realizó una capacitación previa en la que se presentaron los instrumentos a utilizar y la forma de trabajo. Al personal se le otorgará una remuneración económica por su trabajo.

3.4.1 Enfoque de Desarrollo Urbano

Para la medición de las variables de este enfoque se realizó una encuesta de Origen/Destino. Además, se analizó la zona de influencia para los usuarios de la movilidad activa a partir del programa Qgis.

3.4.1.1 Diseño de Encuesta Origen/Destino

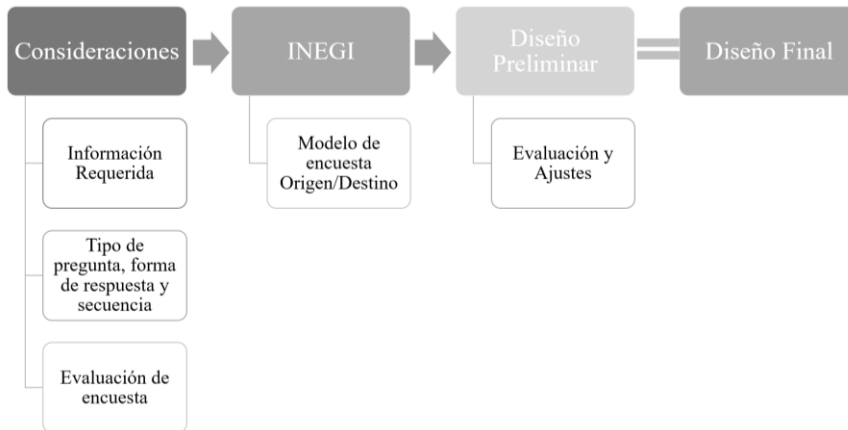
El diseño de la encuesta de Origen/Destino se realizó con base en encuestas previamente realizadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] y adaptadas al caso de estudio.

Para esto, se tomó en cuenta la información requerida para el proyecto y el tipo de investigación se considera que las preguntas sean cerradas y que sean de tipo cuantitativo, con una fácil evaluación e interpretación.

Para determinar la población y la muestra se utilizará un Sistema de Información Geográfica (Qgis) y una calculadora de medición de muestra de la Organización Mundial de la Salud (OMS) llamada Epi info.



Figura 27. Diagrama de Consideraciones para encuesta O/D.



Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas principales se enfocarán en el tipo de medio de transporte que utilizan las personas, el origen y el destino de los viajes que realizan, la cantidad de viajes que realizan a la semana y el tiempo aproximado de cada uno y los factores que intervendrán para realizar el cambio de movilidad no motorizada a no motorizada.

A partir de esto se elaboró el diseño preliminar de la encuesta de Origen/Destino que aún será evaluada y ajustada para generar el diseño de encuesta final.



Tabla 5. Diseño de Encuesta Preliminar de Origen/Destino

			Motivo del viaje	Modo de transporte utilizado	Hora de inicio del viaje	Hora de llegada al destino	Hora hasta que se queda en destino	Frecuencia del viaje	Mejoras para la MNM
V i a j e	Lugar de origen (Con la mayor exactitud posible)	Lugar de destino (Con la mayor exactitud posible)	De: A: 1. Casa 2. Trabajo 3. Acompañar/Llevar 4. Estudios 5. Compras 6. Médico 7. Ocio, diversión 8. Otros	1. A pie 2. Bicicleta 3. Moto (conduciendo) (acompañando) 6. Taxi 7. Autobús	De 0 a 24 h. (A la hora que salió De, origen del viaje)	De 0 a 24 h. (A la hora que llegó A, destino del viaje)	De 0 a 24 h. (Hasta la hora que permaneció en el destino)	1. Diaria (todos los días) 2. Semanal (1 o 2 veces/semana) 3. Mensual (1 o 2 veces al mes) 4. Esporádica (de vez en cuando) 5. Circunstancial (no lo hago nunca, he coincidido esta vez)	1. Banquetas 2. Ciclovía 3. Vegetación 4. Alumbrado 5. Señalamiento 6. Cambios en uso de suelo
			Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	De: 1_2_3_4_5_6_7_8_	A: 1_2_3_4_5_6_7_8_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_
			Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	De: 1_2_3_4_5_6_7_8_	A: 1_2_3_4_5_6_7_8_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_
			Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	De: 1_2_3_4_5_6_7_8_	A: 1_2_3_4_5_6_7_8_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_
			Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	De: 1_2_3_4_5_6_7_8_	A: 1_2_3_4_5_6_7_8_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_
			Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	De: 1_2_3_4_5_6_7_8_	A: 1_2_3_4_5_6_7_8_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_
			Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	Calle: _____ No.: _____ Localidad: _____	De: 1_2_3_4_5_6_7_8_	A: 1_2_3_4_5_6_7_8_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_	1_2_3_4_5_6_7_

Fuente: Elaboración Propia.



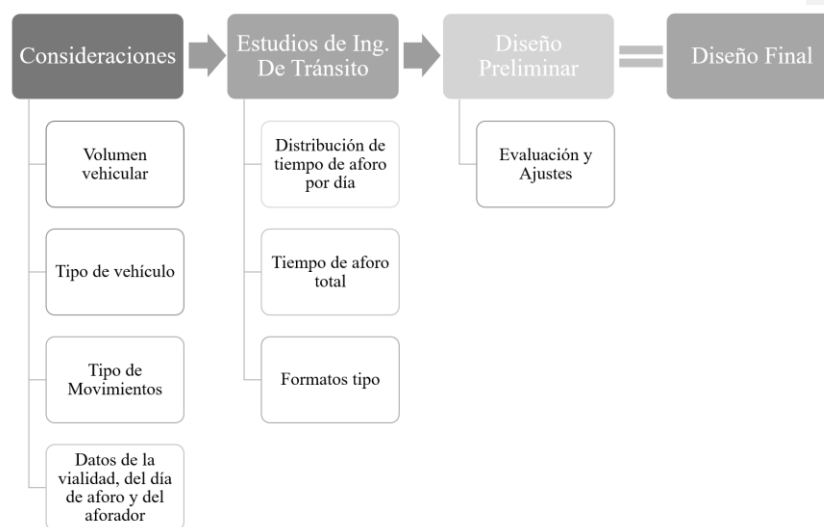
3.4.2 Enfoque de Transporte

3.4.2.1 Diseño de Formatos

3.4.2.1.1 Formatos de aforos vehiculares

El diseño de los formatos para los aforos vehiculares tomó en cuenta un espacio de la hoja para los datos de la vialidad, el día del aforo y el nombre del aforador, así como consideraciones del volumen vehicular y el tipo de vehículo, al diferenciar entre automóvil, autobús y vehículos pesados. A su vez, en el formato se consideró espacio para diferentes tipos de movimiento que generan los vehículos. Se tomaron como base los formatos presentados por el autor Box, P. (1985), en el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito.

Figura 28. Diagrama de Consideraciones para formatos de aforo vehiculares.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al orden del tiempo, las horas se dividen en segmentos de 15 minutos, en donde se consideró la especificación del HCM (2000) donde indica que un flujo estable se puede observar a partir de los 15 minutos.

En el caso de los formatos de aforo de composición vehicular, se contemplan dos movimientos de una hora cada uno, a su vez se consideran los sentidos de la vialidad y en la



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

parte inferior se agrega una tabla para analizar el porcentaje de automóviles, autobuses y vehículos pesados.

Para los formatos de aforos direccionales se contemplan en una hoja tres movimientos, de una hora cada uno.

Para los formatos de aforos de accesos se contemplan dos movimientos vehiculares, que pueden ser de entrada y salida. En la parte inferior se considera el paso de ciclistas y peatones por dicho acceso.

El diseño final de cada uno de estos formatos se presenta a continuación.



Tabla 7. Diseño final de formato de aforos direccionales

FORMATO DE CAMPO							
AFOROS DIRECCIONALES							
Ubicación: _____		Aforador: _____					
Estación: _____		Fecha: _____					
Sentido: _____		Hoja: _____ de _____					
      							
HORA	Autos	Autobus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión con Remolque	Camión Doble Remolque	TOTAL
Subtotal:							

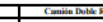
Movimiento:							
HORA	Autos	Autobus	Camión 2 ejes	Camión 3 ejes	Camión con Remolque	Camión Doble Remolque	TOTAL
Subtotal:							

Movimiento:							
HORA	Autos	Autobus	Camión 2 ejes	Camión 3 ejes	Camión con Remolque	Camión Doble Remolque	TOTAL
Subtotal:							

Fuente: Elaboración propia con base en Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito.



Tabla 8. Diseño final de formato de aforos de accesos

FORMATO DE CAMPO							
AFOROS DE ACCESOS							
Ubicación: _____				Aforador: _____			
Estación: _____				Fecha: _____			
Sentido: _____				Hoja: _____ de _____			
Macinimite: ENTRADA      							
HORA	Autom	Autobus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión con Remolque	Camión Doble Remolque	TOTAL
Subtotal:							
Macinimite: SALIDA      							
HORA	Autom	Autobus	Camión 2 ejes	Camión 3 ejes	Camión con Remolque	Camión Doble Remolque	TOTAL
Subtotal:							
Macinimite: CRUCE DE PEATONES Y CICLISTAS  							
HORA	PEATON A ESTE	PEATON A OESTE	TOTAL	HORA	CICLISTA A ESTE	CICLISTA A OESTE	TOTAL
Subtotal:							

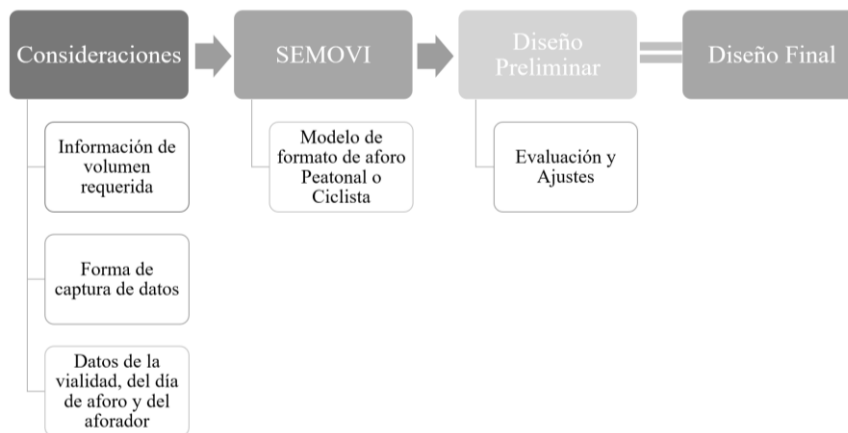
Fuente: Elaboración propia con base en el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito.



3.4.2.1.2 Formatos de aforos peatonales y ciclistas

Para el diseño de los formatos de los aforos peatonales y ciclistas se consideró un espacio de la hoja para los datos de la vialidad, el día del aforo y el nombre del aforador. Se tomaron como base los formatos presentados por la Secretaría de la Movilidad [SEMOVI] en la guía de Calles Completas realizado por Ciudad Equitativa, Ciudad Inclusiva en el que se trabajó con conjunto con el Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo.

Figura 29. Diagrama de Consideraciones para formatos de aforos peatonales y ciclistas



Fuente: Elaboración propia.

En dichos formatos, en el caso de los aforos peatonales solamente se considera la cuantificación de las personas en un periodo de tiempo determinado y el movimiento que realizan.

En los formatos de aforos ciclistas se toman en cuenta aspectos como la hora, el sexo, la edad, el tipo de bicicleta, los accesorios del ciclista y la circulación del ciclista.

En el diseño del formato de aforo peatonal se agregaron, además del tiempo y el movimiento del desplazamiento, criterios del formato ciclista como el sexo y la edad. Por otra parte, en el diseño del formato final ciclista se utilizaron los criterios propuestos por SEMOVI.



Tabla 9. Diseño final de formato de aforo peatonal

FORMATO DE CAMPO							
AFOROS PEATONALES							
Ubicación: _____		Aforador: _____					
Estación: _____		Fecha: _____					
Intersección: _____		Hoja: _____ de _____					
No.	Hora	Sexo	Edad	Circulación 1	Circulación 2	Circulación 3	Circulación 4
		1. Hombre 2. Mujer	1. De cero a 9 años 2. De 10 a 19 años 3. De 20 a 29 años 4. De 30 a 39 años 5. De 40 a 49 años 6. De 50 a 59 años 7. De 60 y más	1. A Este 2. A Oeste	1. A Sur 2. A Norte	1. A Este 2. A Oeste	1. A Sur 2. A Norte
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Fuente: Elaboración propia con base en Formatos de la Secretaría de Movilidad.



Tabla 10. Diseño final de formato de aforo peatonal

FORMATO DE CAMPO									
AFOROS CICLISTAS									
Ubicación:		Aforador:							
Estación:		Fecha:							
Hora:		Hoja:							
No.	Tipo	Sexo	Edad	Accesorios		Circulación 1	Circulación 2	Circulación 3	
	1. Montaña	1. Hombre	1. De cero a 9 años			1. En banqueta	1. En banqueta	1. Norte	
	2. Híbrida		2. De 10 a 19 años			2. En arroyo	2. En arroyo	2. Sur	
	3. Urbana	2. Mujer	3. De 20 a 29 años	1. Casco	1. Luz trasera	vehicular	vehicular		
	4. Plegable		4. De 30 a 39 años			3. En sentido contrario	3. En sentido contrario		
	5. Triciclo		5. De 40 a 49 años						
			6. De 50 a 59 años						
			7. De 60 y más						
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Fuente: Elaboración propia con base en Formatos de la Secretaría de Movilidad.

3.4.2.2 Instrumentos necesarios para la realización de Aforos automáticos

Para la realización de los aforos automáticos se seleccionaron instrumentos de la empresa International Road Dynamics Inc. [IRD], esta empresa es multidisciplinaria de sistemas de transporte inteligente. Se estableció desde el año 1980, se ha destacado por tener experiencia en el desarrollo de técnicas para resolver problemas de transporte. Es reconocido como líder mundial en el diseño, desarrollo y despliegue de soluciones tecnológicas para la industria del sistema de transporte inteligente. (IRD, 2021)

IRD diseñó el *Traffic A.C.E.*, que sus siglas en inglés son: *Automatic Counting Equipment*, es decir Equipo de conteo automático. Fue diseñado para que la recopilación de datos de tráfico se realice de una manera sencilla. La carcasa permite hasta cuatro entradas de una variedad de sensores y soporta una temperatura de -40°C a 65°C. (IRD,2021)

Figura 30. Contador automático de la marca IRD.



Fuente: Maciel,2021.

El contador *Traffic A.C.E.* Funciona con una batería alcalina de 6 volts, mangueras de hule que son conectadas a sus sensores y cuando un vehículo circula por encima de ellas cuenta los ejes del vehículo. Es por esto que las mangueras tienen que estar en buen estado y no contar con alguna salida de aire o fuga y que los elementos que la sujetarán al pavimento no realicen presión y no dejen pasar el aire al sensor. Los contadores automáticos pueden medir cuatro movimientos de acuerdo con los sensores que poseen.

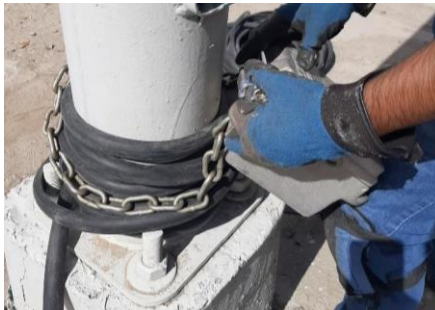
Figura 31. Manguera de hule.



Fuente: Maciel, 2021.

Puesto que el equipo se queda en las vialidades sin la supervisión continua del personal, se requiere de una cadena y un candado por motivos de seguridad del material, es por esto que para la colocación del instrumento se necesita un poste fijo al centro de la vialidad, por lo que normalmente los contadores miden dos movimientos de la vialidad, que son los sentidos de circulación.

Figura 32. Utilización de Cadena y Candado.



Fuente: Maciel, 2021.

El contador y las mangueras no distinguen entre tipo de vehículos, es por esto que es necesario hacer un aforo de composición vehicular y al contar solamente dos movimientos es necesario realizar movimientos direccionales en intersecciones.

Para fijar la manguera al pavimento se necesitan abrazaderas de tela que son fijadas con clavos, por lo que se necesita un martillo y un marro.

Figura 33. Utilización de marro y martillo.



Fuente: Maciel, 2021.

Con el motivo de brindar seguridad al personal se utilizaron chalecos reflejantes, banderas de tráfico y conos de tráfico, además se estableció que el proceso de instalación, revisión y retiro de los contadores se realizará siempre en parejas.

Figura 34. Equipo de seguridad del personal



Fuente: Maciel, 2021.

3.4.2.3 Instrumentos necesarios para la realización de Aforos Manuales

Para la elaboración de los aforos manuales se brindó a cada aforador un chaleco reflejante, una tabla, una pluma y dos contadores manuales como se muestra en la imagen a continuación. Se solicitó al personal que utilizara ropa cómoda, sombrero o gorra, lentes de sol y agua.

Figura 35. Equipo necesario para la realización de aforos manuales.



Fuente: Maciel, 2021.

3.4.2.4 Software de simulación

El software de simulación que se utilizará para el proyecto será VISSIM, ya que es una herramienta que se ha utilizado en diversos proyectos y estudios en Europa, Estados Unidos y América Latina.

De acuerdo con Wu (2017) en su estudio de Análisis de la seguridad de los peatones mediante microsimulación y simulador de conducción, destaca los pasos para la utilización del programa que utilizó en su análisis, el primer paso es crear la red en el programa, posteriormente se asigna a cada carril el volumen de tráfico y peatones al contemplar la composición vehicular de la vialidad, es decir la cantidad de autobuses o vehículos pesados que transitan por la misma, en tercer lugar tomó en cuenta la señalización de los semáforos, y se obtuvieron los datos de tiempo y por último se dio reglas de prioridad al modelo para simular los movimientos de los vehículos y peatones de la mejor forma posible.

En el caso de ciudades mexicanas, Almanza (2019) utilizó VISSIM en su investigación relacionada con el Diseño de un sistema de ciclovías en Celaya, Guanajuato y recalcó que gracias al programa se logró replicar la situación real y así poder analizar los diseños de manera previa y saber qué ventajas y desventajas se pueden presentar si el proyecto se lleva a cabo antes de comprometerse a una construcción en el sitio. Esto resulta

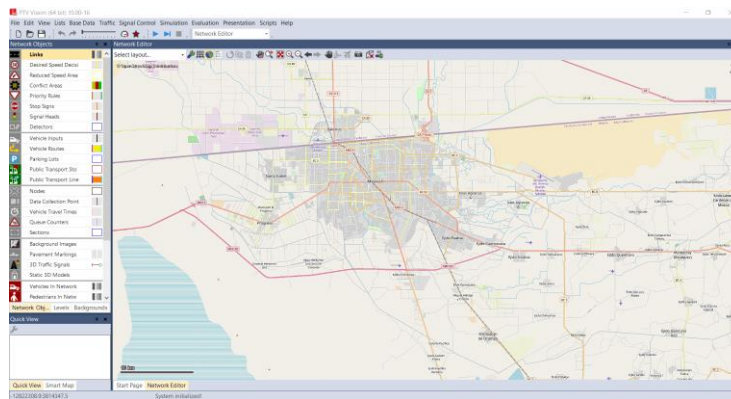


en un gran beneficio al prever fallas en el diseño y esto minimiza los costos de alguna corrección de la infraestructura.

Por otra parte, Arredondo et, al. (2019) utilizaron VISSIM para la propuesta para el mejoramiento de la seguridad de usuarios vulnerables en cruceos viales, a partir de un modelo de microsimulación en Querétaro, el programa permitió comparar diferentes posibilidades para el cruceo y la ciclovía de la vialidad estudiada, al destacar la importancia de mejorar la seguridad de los usuarios vulnerables, y tratar de hacer el menor número de afectaciones al resto de los usuarios de la avenida, con la finalidad de ofrecer bajos costos de inversión, a su vez se buscó reducir los conflictos entre los vehículos motorizados y los usuarios más vulnerables.

A continuación, se muestra una hoja de trabajo del programa Vissim, donde se observan las principales herramientas que se manejan en la representación de las vialidades como los *links*, áreas conflictivas y señalamiento vertical y horizontal.

Figura 36. Hoja de trabajo de VISSIM.



Fuente: Maciel, 2022.

3.4.3 Enfoque Ambiental

3.4.3.1 Instrumentos necesarios para análisis de temperatura

Una de las formas para analizar la isla de calor urbana y con ello la temperatura en la zona que se proponen en el proyecto será con la realización de aforos manuales de peatones y ciclistas en diferentes estaciones del año, en verano e invierno. A su vez, se analizaron y



compararon los volúmenes de los usuarios en diferentes épocas del año marcadas así mismo por diferentes temperaturas y particularmente las que se presentan en verano.

Para esto se utilizó un registrador de datos de temperatura de la marca Elitech RC-51, que se llevó a los puntos de aforo para registrar la temperatura a las 6:00, 12:00, 16:00, 18:00 y 24:00 horas, para esto se elaboró un escudo de poliestireno y madera.

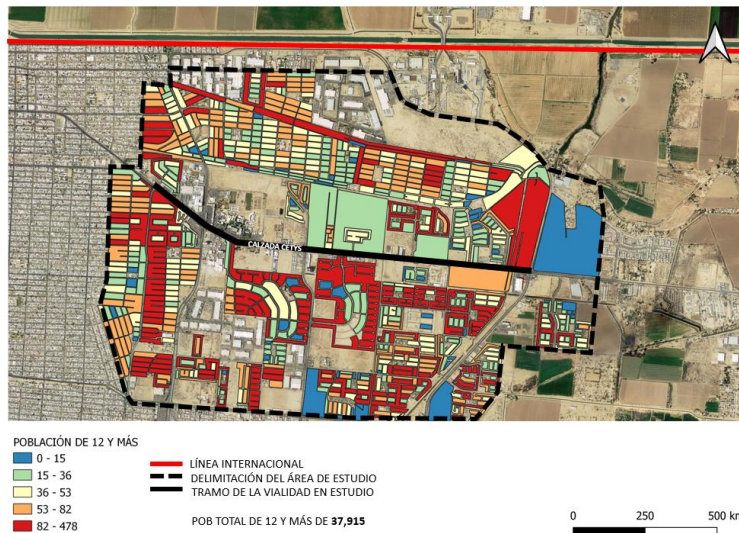
3.5 Procedimiento

3.5.1 Enfoque de Desarrollo Urbano

3.5.1.1 Aplicación de Encuestas O/D

La muestra se realizó al tomar en cuenta la población de 12 y más y al utilizar los datos de AGEB de manzanas 2020 de INEGI a partir del Sistema de Información Geográfica del Programa Qgis. Se obtuvo una población de 37,915 personas dentro del área de estudio. Como se muestra en el mapa a continuación.

Figura 37. Población de 12 y más.



Fuente: Elaboración propia a partir de Qgis.



A partir de esto, se utilizó la herramienta Epi info de la OMS, en la que se calculó que las encuestas necesitan una muestra de 164 para tener un nivel de confianza del 80%, 269 encuestas para un nivel de confianza de 90% y 380 encuestas para llegar a un nivel del 95%.

Para la realización de esta investigación se propuso como meta la ejecución de 300 encuestas a los transeúntes y usuarios de la Calzada Cetys. Primeramente, se solicitó una carta de presentación por parte de la UABC en donde se respaldara el proyecto y el motivo de las encuestas que se realizaron en intersecciones de la Calzada Cetys, plazas comerciales y accesos.

Posteriormente se organizó un grupo de 3 encuestadores que portaban gafete, chaleco antirreflejante, tabla y pluma, así como los formatos de las encuestas.

Las encuestas se realizaron en el mes de octubre, noviembre y diciembre del año 2021 en distintos horarios. Entre semana se realizaron de 4:00 a 7:00 de la tarde y en fines de semana de 10:00 de la mañana a 1:00 de la tarde.

Este proceso se realizó hasta concluir las 300 encuestas para obtener un nivel de confianza de los resultados entre un 90% y 95%. Cabe destacar que fue en las paradas de autobús de Calzada Cetys y Blvr. Gómez Morín donde se llevaron a cabo más encuestas debido a la aglomeración de personas en estos puntos y a la accesibilidad que brinda la espera para la realización de preguntas a los encuestados.

Figura 38. Reporte fotográfico de elaboración de encuestas en Calzada Cetys.



Fuente: Maciel, 2021.



3.5.1.2 Análisis de zona de influencia

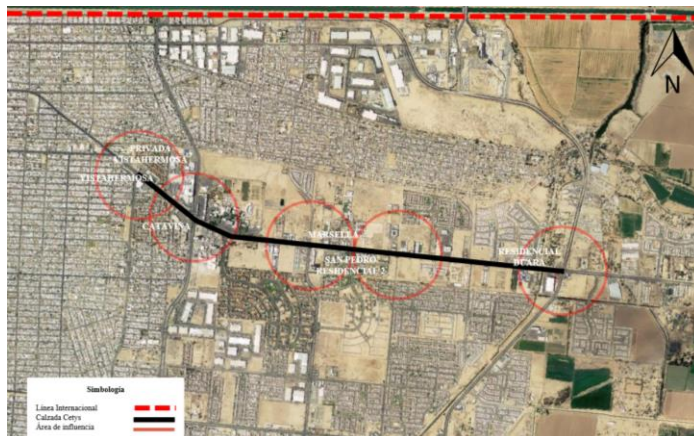
Zumelzu, et al. (2020) Señalan que en la literatura de la movilidad se estima que el tiempo que un usuario se dispone a caminar para alcanzar un bien o servicio es en promedio 10 minutos. Además, el promedio de la velocidad para caminar es 1.4 m/s por lo que 5 minutos de caminata representan 400 metros de trayecto y 10 minutos caminando corresponden a 800 metros transitados.

Estos cálculos se basan en la idea de que los peatones caminan a una velocidad de 4 km/h en promedio, lo que significa que alcanzan 400 m en 5 minutos.

Espinosa (2013) coincide en el análisis en el que señala que en 5 minutos se recorren 400 metros, la distancia recorrida en 12 minutos es de 1000 metros y la distancia recorrida en 24 minutos es de 2000 metros. En cuanto a los desplazamientos en bicicleta señala que la distancia recorrida en 16 minutos es de 4,000 metros.

De acuerdo con el análisis de la zona de influencia en 400 metros, los principales conjuntos habitacionales son: Vistahermosa, Privada Vistahermosa, Cataviña, Residencial Marsella, San Pedro Residencial II, y Duara Residencial. Por lo que, de acuerdo con los cálculos anteriores, los habitantes de estas zonas llegarían en 5 minutos a la Calzada Cetys.

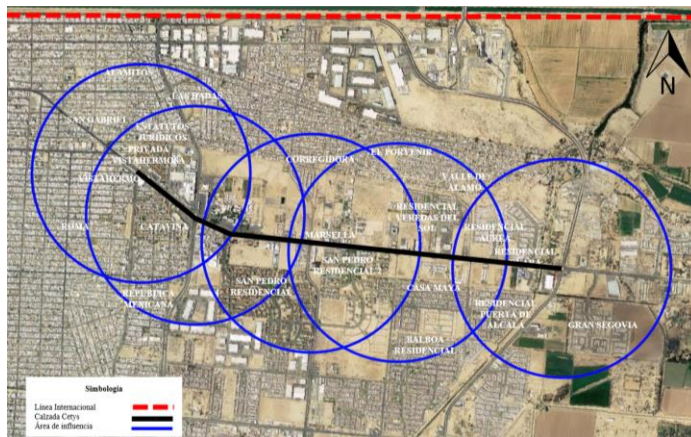
Figura 39. Zona de influencia con un radio de 400 m



Fuente: Maciel, a partir de Qgis.

En cuanto a la zona de influencia con un radio de 1000m en la que los usuarios se desplazarían hacia los sitios de interés de la calzada Cetys en 12 minutos se amplía el área a la Colonia Alamos, Las Hadas, San Gabriel, Roma, República Mexicana, Corregidora, El Porvenir, Valle de Álamo, San Pedro Residencial, Residencial Cerrada del Sol, Balboa Residencial, Residencial Puerta de Alcalá, Aurea Residencial y Gran Segovia.

Figura 40. Zona de influencia con un radio de 1000 m



Fuente: Maciel, a partir de Qgis.

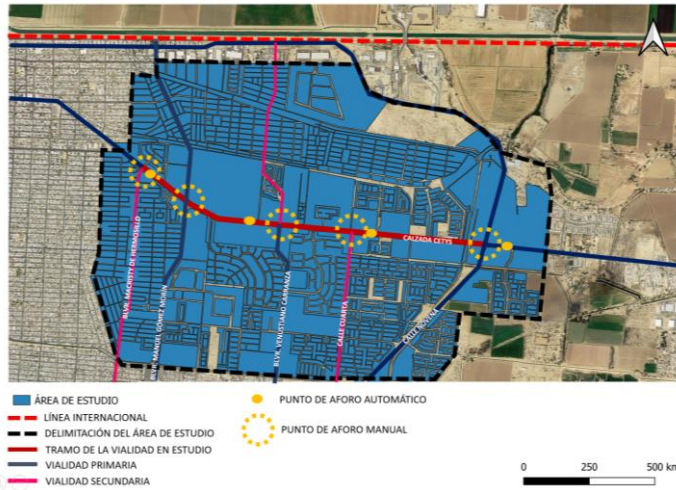
3.5.2 Enfoque de Transporte Aforos

3.5.2.1 Aforos

Para la instalación de los contadores automáticos se solicitó permiso al ayuntamiento de Mexicali para colocarlos sobre la Calzada Cetys y se tomaron en cuenta las indicaciones propuestas por Box, P. (1985) en donde se señala la colocación entre las intersecciones de la vialidad. Además, las funciones del instrumento seleccionado, que, al solo medir movimientos de frente, lo que coincide con la colocación entre las intersecciones.

En estos puntos seleccionados se realizaron los aforos de composición vehicular. Por otra parte, los aforos manuales se realizaron directamente en cada intersección semaforizada de la Calzada Cetys.

Figura 41. Ubicación de contadores de aforo automático en intersecciones semaforizadas.



Fuente: Elaboración propia a partir de Qgis.

Estos dispositivos estuvieron instalados una semana para medir el volumen vehicular, del 14 al 20 de agosto de 2021 y del 10 al 16 de noviembre del 2021, con la finalidad de conocer las horas de máxima demanda y seguir las recomendaciones de la SEDATU (2019) en el Manual de Calles: Diseño Vial para Ciudades Mexicanas, donde indica que para estudios de vialidades los aforos vehiculares automáticos se realizan antes de los aforos manuales y en un periodo de tiempo de una semana completa.

El aforo de composición vehicular en cada punto de instalación se realizó con una duración de 2 horas, en donde se consideraron ambos sentidos de la vialidad. Para este proceso se utilizó equipo de seguridad como chalecos antirreflejantes, cono de tráfico, bandera para tráfico.

El primer contador se colocó en Calzada Cetys cerca de Blvr. Macristy frente a TELNOR. El segundo contador se colocó en Calzada Cetys cerca de Blvr. Venustiano Carranza frente a Carmen Motors. El tercer contador se colocó en Calz. Cetys cerca de Calle Cuarta frente a Chevrolet. El cuarto contador se colocó en Calz. Cetys frente a Cedis Coppel cerca de Calle novena.



Los contadores se colocaron en postes del camellón central de la vialidad, posteriormente se conectaron al contador 2 mangueras de hule y se fijaron con abrazaderas en cada división de carril de la calzada.

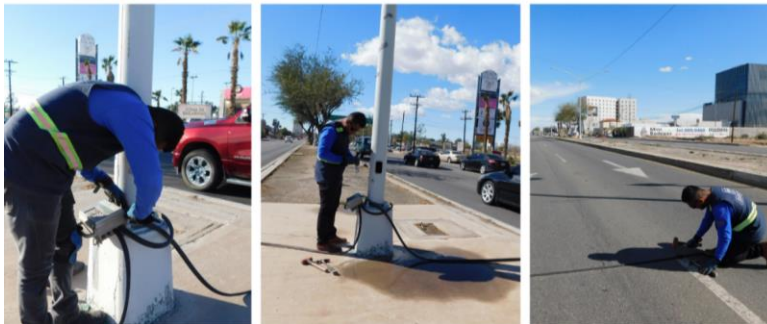
Se revisó que los aparatos contaran de acuerdo con el paso de los vehículos para asegurar su confiabilidad. Ya que según Hernández-Sampieri (2018) Cualquier instrumento de recolección de datos debe cubrir tres requisitos: confiabilidad, validez y “objetividad”. Refiere a que la confiabilidad es el grado en que el instrumento de medición produce resultados iguales. En el caso de los contadores automáticos la confiabilidad sería el grado en el que el instrumento de medición cuenta de manera precisa los vehículos que circulan.

Es por esto que en cada instalación se realizó una prueba piloto, se tomó en cuenta los vehículos que circulaban y lo que el contador registraba antes de seleccionar la hora inicial de conteo.

Además, los aforos de composición vehicular reforzaron la confiabilidad, validez y objetividad del instrumento al comparar los datos del contador con el aforo y se revisaron las mangueras y que los aparatos contabilizaran los datos de manera adecuada.

La siguiente imagen muestra la colocación de un contador automático utilizado en el proyecto.

Figura 42. Proceso de colocación de Contador Automático.



Fuente: Maciel, 2021.



Una vez obtenidos los datos de los aforos automáticos y al conocer las horas de máxima demanda, se llevaron a cabo **aforos manuales direccionales**.

Estos aforos se realizaron del 26 de agosto al 1ro de septiembre de 2021 y del 22 al 27 de noviembre de 2021 en las 5 intersecciones semaforizadas en dos turnos al día. En el turno matutino se presenta la hora de máxima demanda de ciclistas y peatones y en el turno vespertino la hora de máxima demanda vehicular. Se realizó el aforo de una intersección en 2 turnos, por día.

El turno matutino se llevó a cabo de 6:00 a 10:00 horas y el turno vespertino de 15:00 a 19:00 horas, con cuadrillas de 4 personas por intersección en cada turno equipadas con chalecos de trabajo, tablas, formatos y contadores manuales. Los aforos manuales direccionales se realizaron con la finalidad de conocer los movimientos vehiculares de vueltas a la derecha, vueltas izquierda, vueltas en U y el flujo que circula sobre las vialidades que cruzan con la Calzada Cetys. En los formatos se incluyó el tipo de vehículo que circula en cada dirección.

En el caso de los peatones se consideró en los formatos la hora puntual de circulación, el sexo del peatón, su edad aproximada y la dirección del movimiento.

En cuanto a los ciclistas se consideró la hora puntual de circulación, el sexo del ciclista, su edad aproximada, el tipo de bicicleta en la que circulaba, se identificó si usaba casco y luces traseras y se observó en que zona de la vialidad circulaba, ya sea en banqueta o en arroyo vehicular.

Figura 43. Proceso de Aforos manuales.



Fuente: Maciel, 2021.



3.5.2.2 Software de simulación

Una vez obtenidos los datos de las encuestas Origen/Destino con la detección de usuarios potenciales de la movilidad no motorizada, así como los datos de los aforos vehiculares, peatonales y ciclistas se realizará un modelo inicial en el software de simulación para evaluar las variables actuales de la Calzada Cetys.

Se tomarán en cuenta los datos de las horas de máxima demanda y se realizarán escenarios por turno matutino y vespertino, en las diferentes estaciones del año, específicamente de verano e invierno.

A partir de esto y de los usuarios potenciales de la MNM se establecerá un porcentaje de vehículos motorizados que dejen de circular por la vialidad y se integren con otros modos de transporte sustentables, con lo que se generará un nuevo escenario, con el fin de evaluar las nuevas condiciones de la vialidad.

3.5.3 Enfoque Ambiental

3.5.3.1 Análisis de Temperatura

Para la medición de la temperatura se utilizó un instrumento registrador de datos USB a prueba de agua de la marca Elitech RC-51H. Además, para la colocación del instrumento en campo se construyó un casco protector con materiales aislantes de calor, la madera y el poliestireno. La protección para el registrador de temperatura se realizó con la finalidad de proteger el instrumento de los rayos solares directos.

A la pieza de poliestireno se le realizaron perforaciones para dejar pasar el viento. Por dentro se sujetó el registrador con piezas de madera y poliestireno y se colocó el casco sobre un banco de madera. En la figura 33 se muestra el instrumento de medición y el material que se utilizó en este proceso.



Figura 44. Material utilizado para la medición de temperatura.

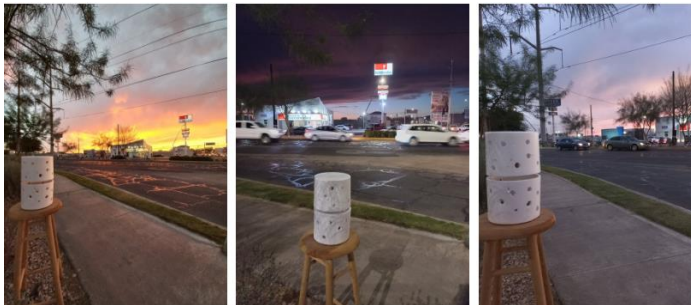


Fuente: Maciel, 2021.

Las tomas de temperatura se realizaron en las intersecciones de la calzada Cetys donde se enfoca el estudio, en Blvr. Macristy de Hermosillo, Blvr. Gómez Morín, Blvr. Venustiano Carranza, Calle Cuarta y Calle Novena.

Esto se realizó por 5 días en el mes de agosto y noviembre del 2021 en el horario de 6:00, 12:00, 16:00, 18:00 y 24:00 horas, en los días que se llevaron a cabo los aforos manuales. En la figura 34 se observan las imágenes de la colocación del instrumento de medición en campo.

Figura 45. Reporte fotográfico de medición de temperatura en campo.



Fuente: Maciel, 2021.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

3.6 Captura de Datos

La captura de los datos de los instrumentos mecánicos utilizados como el aforo del contador manual y del instrumento de temperatura son descargados directamente del instrumento hacia un ordenador donde posteriormente se trabajará la información en hojas de cálculo del programa Excel.

Por otra parte, la captura de los datos de las encuestas O/D, la medición de temperatura y los aforos manuales se llevarán a cabo en hojas de cálculo de Excel del formato previamente realizado para cada caso.

El proceso de la captura se llevará en parejas con la finalidad de que una persona dicte y la otra persona escriba, posteriormente el formato con la información será revisado por una tercera persona y como medida de prevención se guardará la hoja original de los datos en un archivo y así, prevenir la rectificación de cualquier nota.



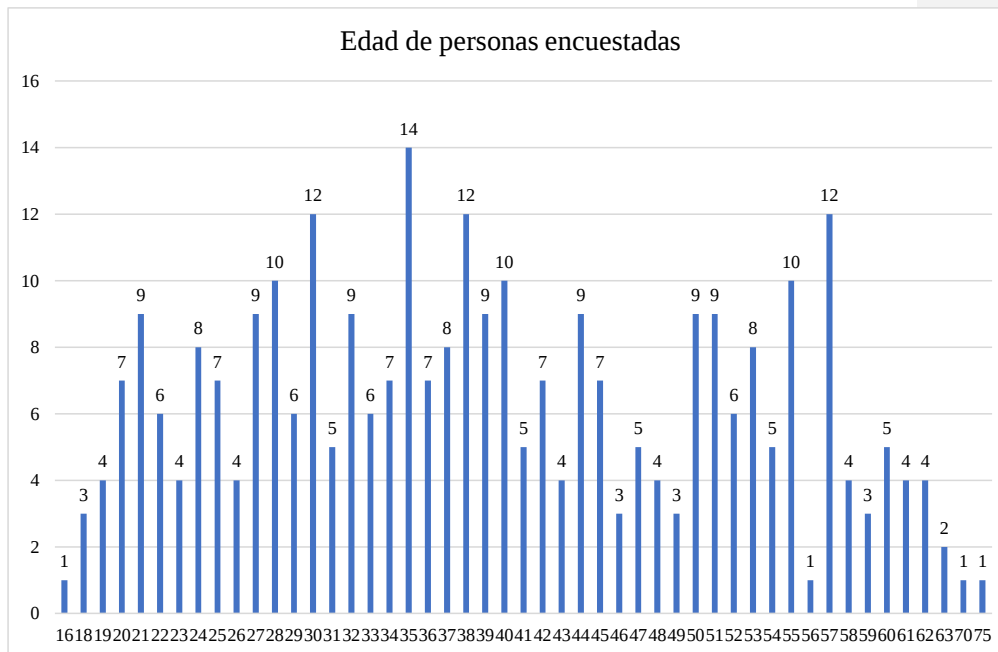
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados del enfoque de Desarrollo Urbano

4.1.2 Resultados de encuestas

La edad de las personas que fueron encuestadas va desde los 16 a los 75 años, la mayoría se encuentra entre los 20 y los 57 años. La edad con el mayor número de personas que coincidieron en la encuesta fue de 35 años, seguido de los 57 y 30 años como se muestra en la figura 46.

Figura 46. Resultados Edad de personas encuestadas.

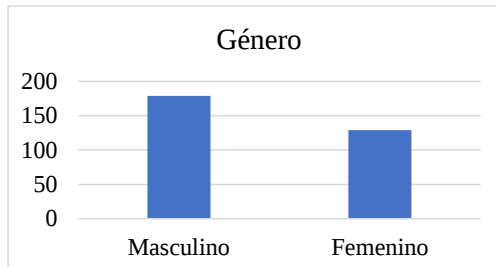


Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al género de las personas encuestadas se observó que el 42% eran mujeres y el 58% hombres. (Fig. 47)



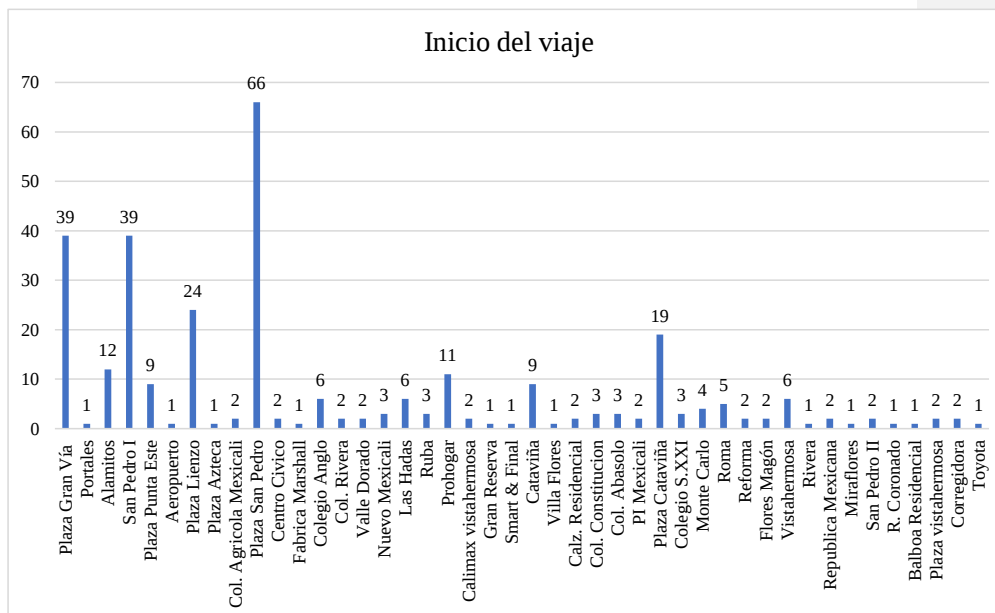
Figura 47. Resultados de género de personas encuestadas.



Fuente: Elaboración propia.

El total del inicio de los viajes se realizó en su mayoría desde las plazas comerciales, el 21% provenía de la plaza San Pedro, el 13% desde la Plaza Gran Vía, 13% desde el Residencial San Pedro I, el 8% de la Plaza Lienzo, el 6% de la Plaza Cataviña

Figura 48. Resultado de inicio de viajes.

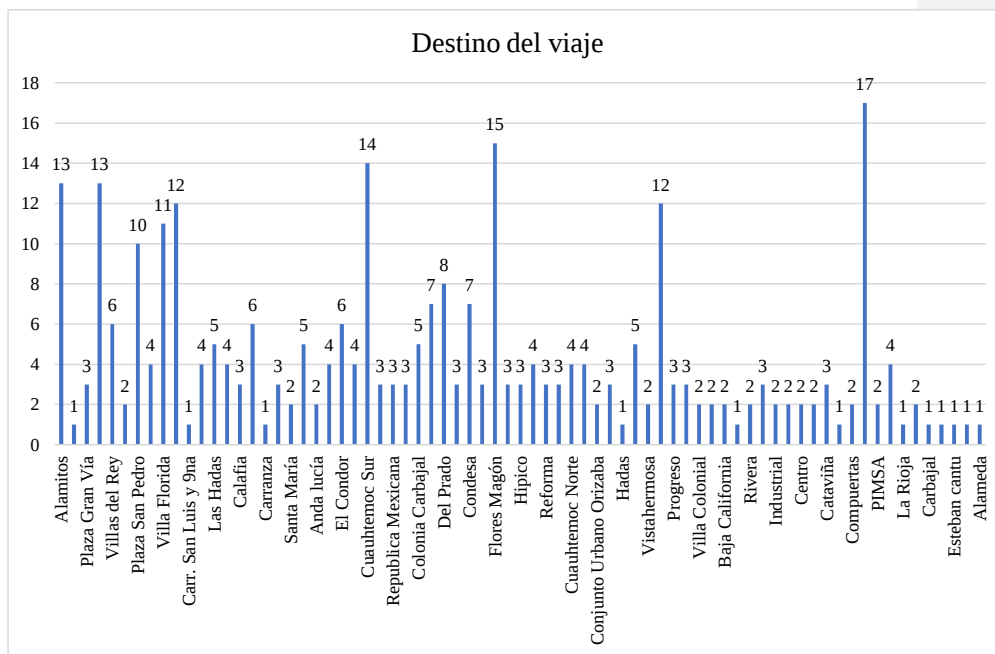


Fuente: Elaboración propia.



En cuanto al destino de los viajes realizados, la mayoría de las personas que circulaban por las intersecciones se dirigía hacia otras plazas, en este caso a la plaza Cataviña y a la Plaza San Pedro como se muestra en la figura 38. Otros destinos más frecuentes fueron a las colonias Flores Magón, Prohogar, Cuauhtémoc, Ángeles de Puebla, Villa Florida, Valle del Pedregal y Alamitos.

Figura 49. Resultado del destino de viajes.

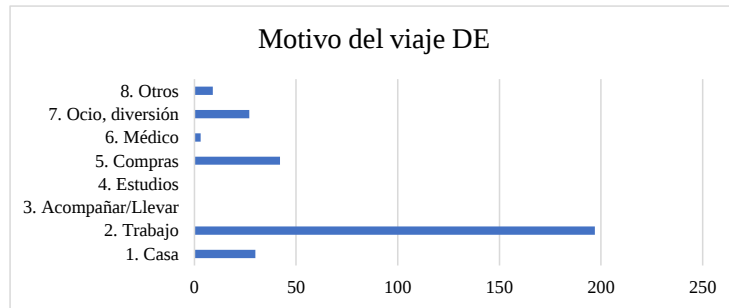


Fuente: Elaboración propia.

De las personas encuestadas, se encontró como resultado que el 64% realizaba los viajes desde su trabajo, el 13% de las personas realizó viajes para hacer compras en los centros comerciales de la zona, el 10% provenía de casa, el 9% realizaba el viaje por ocio o diversión, el 3% con otros motivos y el 1% por motivos médicos.



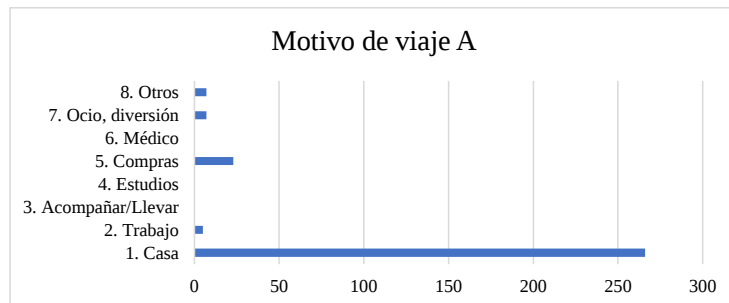
Figura 50. Resultado del motivo de viaje DE.



Fuente: Elaboración propia.

El motivo del viaje a donde se dirigen las personas es en su mayoría hacia su casa, como se indica en la figura 51. En total el 86% va a casa, el 8% va de compras. Con motivo de viaje de ocio, trabajo y otros, va el 2% de los encuestados respectivamente.

Figura 51. Resultado del motivo de viaje A.

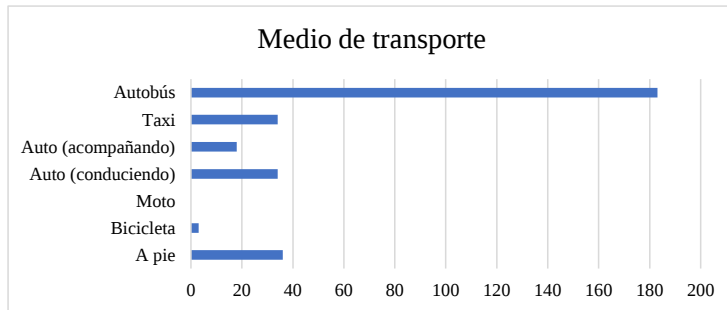


Fuente: Elaboración propia.

El medio de transporte de las personas encuestadas es del 59% en autobús, el 28% en vehículo particular motorizado, de este 28% el 11% el 12% de las personas iban a pie y el 1% en bicicleta.



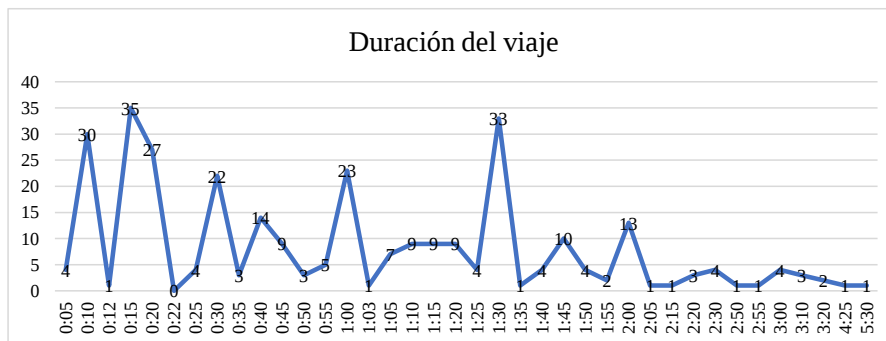
Figura 52. Resultado de medios de transporte utilizados.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la duración de los viajes, se obtuvo como resultado que el viaje más corto fue de 5 minutos y el viaje más largo de 5 horas con 30 minutos. La mayoría de los viajes duran 15 minutos, la duración de viaje más frecuente que sigue después es la de 1:30 horas, seguido de 10 minutos, 20 minutos y 60 minutos.

Figura 53. Resultados de duración del viaje.

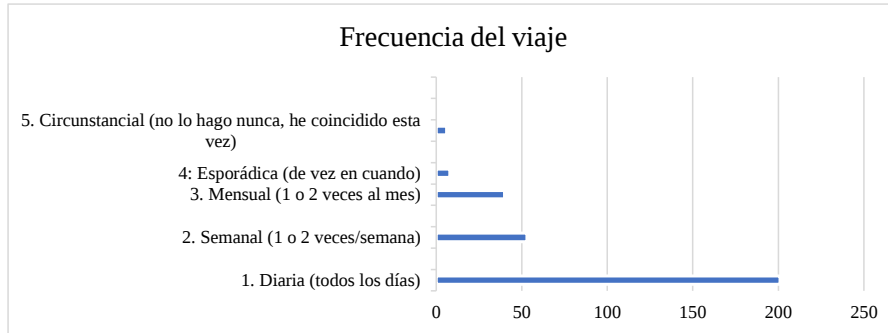


Fuente: Elaboración propia.

La frecuencia del viaje en las encuestas arrojó como resultado que el 65% de las personas realiza el mismo viaje de manera diaria, el 17% lo hace de manera semanal, el 13% lo hace de una a 2 veces al mes, el 3% realiza el viaje de manera esporádica, es decir de vez en cuando y el 2% lo hace de manera circunstancial.



Figura 54. Resultados de la frecuencia del viaje.



Fuente: Elaboración propia.

De las personas encuestadas, solamente el 22% señala que tiene bicicleta (Fig.49), es decir, solo 67 personas de los 300 encuestados.

Figura 55. Resultados de la disposición de los usuarios a una bicicleta.

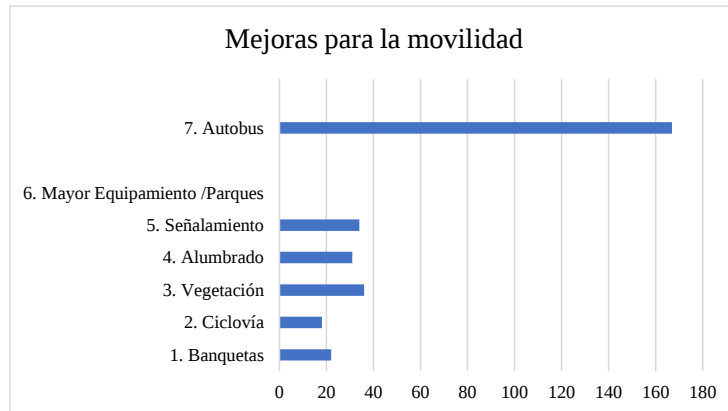


Fuente: Elaboración propia.

El 54% de las personas encuestadas coincide en que debe mejorarse el sistema de transporte público en la zona, el 12% señala como mejora el incremento de vegetación, el 11% apunta que debe mejorarse el señalamiento en las vialidades, el 10% la mejora del alumbrado público, el 7% indica que deben mejorarse las banquetas y el 6% las ciclovías.



Figura 56. Resultados de mejoras para la movilidad no motorizada.



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Resultados del enfoque de transporte

A continuación, se presentan los resultados de los aforos de movilidad motorizada de los cuatro contadores instalados. Se muestran dos gráficas por punto aforado que refieren a los dos sentidos de la vialidad. Posteriormente se encuentran los resultados de los aforos manuales de usuarios de la movilidad no motorizada y se presentan como comparación entre las intersecciones.

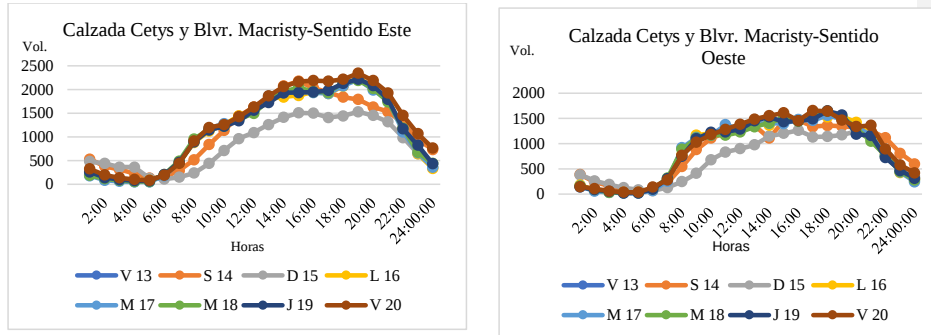
4.2.2 Resultados de aforos en agosto 2021

4.2.2.1 Resultados de aforos de movilidad motorizada

En la figura 46, en el contador de Calzada Cetys cerca de Blvr. Macristy se observa que por la mañana no se presentan horas de máxima demanda, esta se presenta por la tarde entre 14:00 y 19:00 horas, los datos en el sentido Oeste no rebasan los 1,600 vehículo, a diferencia del sentido Este donde se obtienen 2344 vehículos.



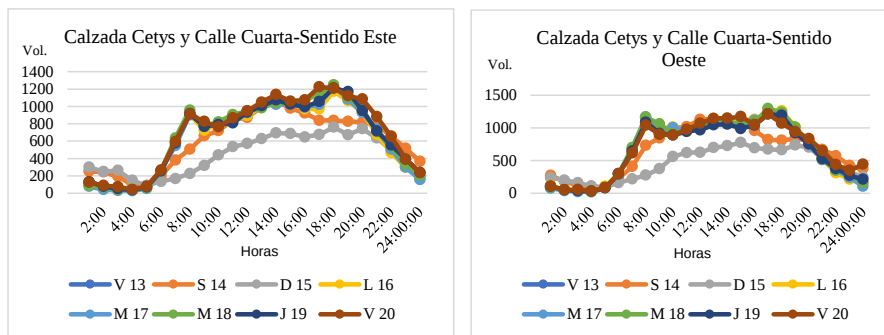
Figura 57. Aforos mecánicos de agosto de 2021 en Calzada Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la intersección cercana con la Calle Cuarta en la figura 47 se observa una disminución considerable a 1,297 vehículos en la hora de máxima demanda en el horario de las 17:00 horas. Es decir, una diferencia de 724 vehículos en esa hora. En la hora de máxima demanda matutina en sentido Este, en el horario de las 8:00 horas se registraron 958 vehículos.

Figura 58. Aforos mecánicos de agosto de 2021 en Calzada Cetys y Calle Cuarta.



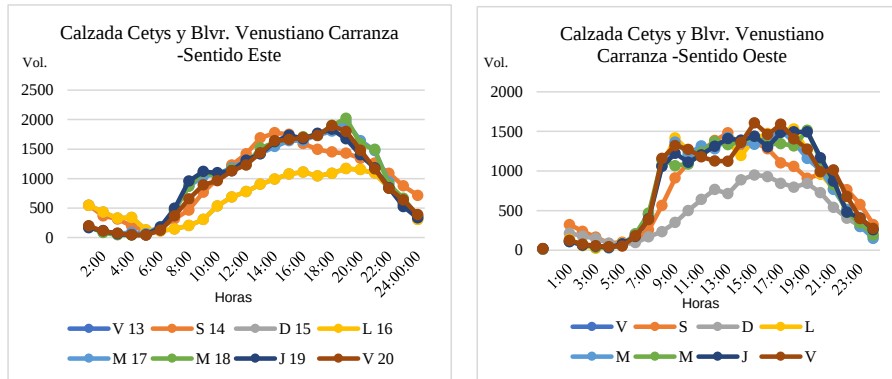
Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento en la zona de la Calzada Cetys cercano al Blvr. Venustiano Carranza continúa sin generar fuertes horas de máxima demanda en el turno matutino. En la gráfica 48 en la gráfica del sentido Este se observa que la hora de máxima demanda ocurrió a las 19:00 horas con 2,022 vehículos. En cuanto al sentido Oeste, durante el día el



comportamiento del flujo vehicular es similar, encontrándose la hora de máxima demanda a las 15:00 horas con 1,610 vehículos.

Figura 59. Aforos mecánicos de agosto de 2021 en Calzada Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.

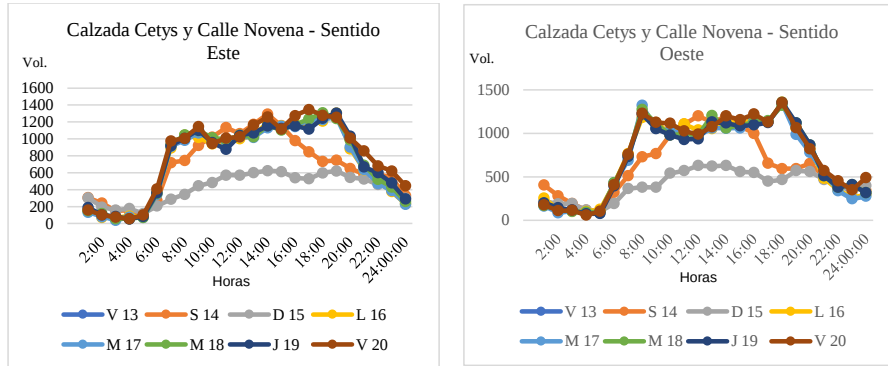


Fuente: Elaboración propia.

Por último, el contador ubicado en Calzada Cetys con cercanía a Calle Novena como se observa en la figura 49 presenta horas de máxima demanda matutina más marcada en comparación con las gráficas anteriores, en donde en sentido Oeste la hora de máxima demanda matutina es a las 8:00 horas con 1320 vehículos, en cambio la hora de máxima demanda vespertina es a las 19:00 horas con 1356 vehículos, por lo que se encontró que no existe gran diferencia entre estos dos datos. En cambio, en el sentido Este, hacia la zona del aeropuerto internacional de la ciudad, el flujo vehicular tiene una hora de máxima demanda de 1,249 vehículos a las 19:00 horas.



Figura 60. Aforos mecánicos de agosto de 2021 en Calzada Cetys y Calle Novena.



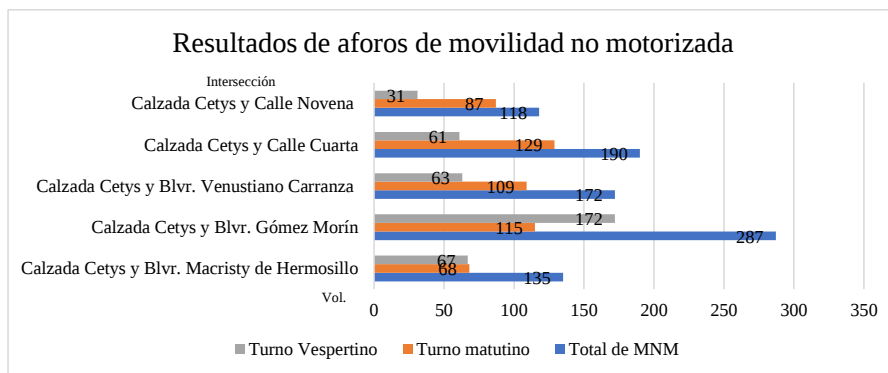
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2 Aforos de movilidad no motorizada

El flujo total de usuarios entre el turno vespertino y matutino fue de 902 personas contabilizadas. Con 401 ciclistas y 502 peatones. Es decir, el 44.45% corresponde a los ciclistas y el 55.55% a los peatones.

Como se muestra en la figura 50 el mayor flujo se presentó en el turno vespertino con 287 usuarios en el Blvr. Manuel Gómez Morín, a diferencia de la intersección con Calle Novena que fue la de menor movilidad con 31 personas que circulan en el turno vespertino.

Figura 61. Resultados de aforos de movilidad no motorizada agosto 2021.



Fuente: Elaboración propia.



El 32% del flujo total de peatones y ciclistas circuló por la intersección con el Blvr. Manuel Gómez Morín en donde se localiza una zona de plazas comerciales, el 21% en Calle Cuarta, el 19% con Venustiano Carranza, el 15% en Blvr. Macristy de Hermosillo y solo el 13% corresponde a la Calle Novena donde la zona presenta usos de suelo de tipo industrial.

Durante el turno matutino la Calle Cuarta presenta mayor movilidad con el 25% de circulación, seguido del Blvr. Gómez Morín con 23%, el Blvr. Venustiano Carranza con 23%, la Calle Novena con 17% y el Blvr. Macristy de Hermosillo con 17%.

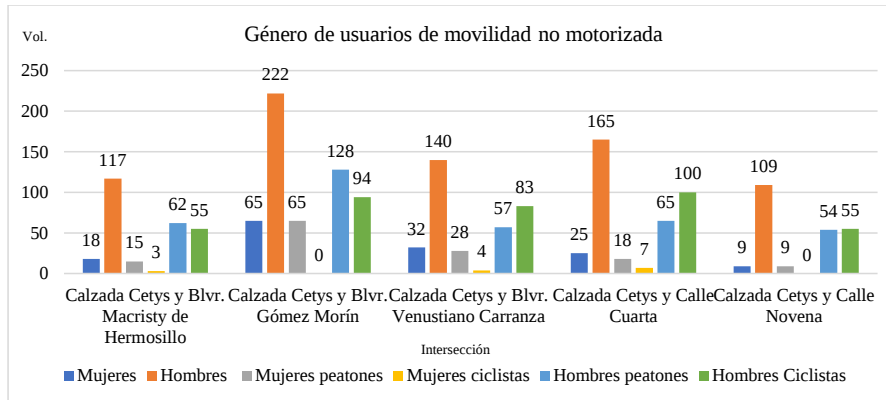
En el turno vespertino el Blvr. Gómez Morín continúa con mayor movilidad con el 32% de circulación, pero, por el contrario, la Calle Cuarta disminuye al 21%, el Blvr. Venustiano Carranza presenta el 19%. El Blvr. Macristy de Hermosillo genera el 15% de movilidad y la Calle Novena es el punto de menor movilidad con el 13%.

En cuanto al género de los usuarios de la movilidad no motorizada, es notorio que es mayor la movilidad de hombres como se muestra en la figura 51, con el 83% del total de usuarios que circulan por las intersecciones analizadas. La movilidad de las mujeres se presenta en un 17% del total.

Por otra parte, del total de los usuarios contabilizados el 41% son peatones del género masculino y el 43% son ciclistas. En cuanto a las personas del género femenino, el 15% son peatones y solo el 1 % son ciclistas como se muestra en la figura 62.



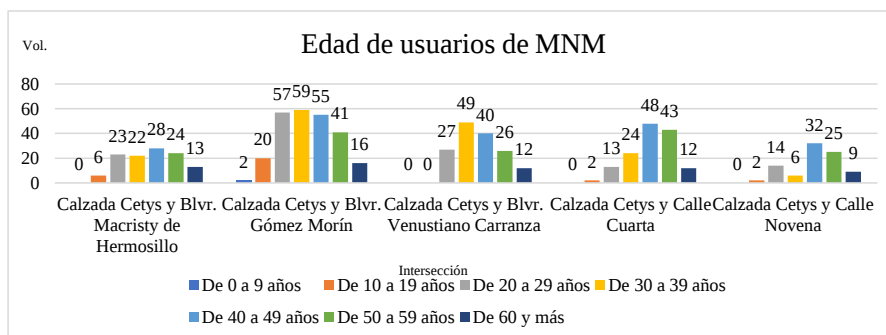
Figura 62. Género de usuarios de movilidad no motorizada agosto 2021.



Fuente: Elaboración propia.

Las edades aproximadas de los usuarios de la movilidad no motorizada también fueron cuantificadas en los aforos manuales. Del total de las personas, el 27.5% corresponde a la edad de 40 a 49 años, el 21.2% a los usuarios entre 30 y 39 años de edad, el 21.1% a la edad de 50 a 59 años y el 17.7% a los usuarios de 20 a 29 años, por lo que estos cuatro grupos son los de mayor cantidad de peatones y ciclistas. En cambio, el 8.2% corresponde a los adultos mayores de 60 años y más, los usuarios de 10 a 19 años representan el 4% y solo el 0.2% corresponde a la edad de 0 a 9 años. Esto refleja que los grupos que menos circulan son los de adultos mayores y los menores de edad como se muestra en la figura 63.

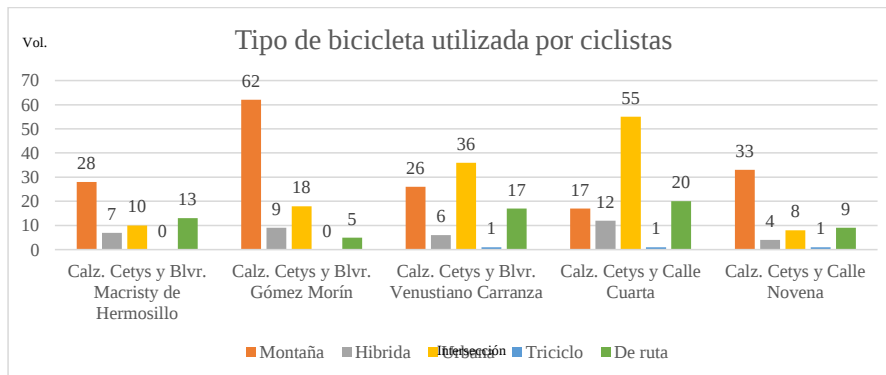
Figura 63. Edad de usuarios de MNM agosto 2021.



Fuente: Elaboración propia.

Au su vez, el tipo de bicicleta que utilizan los ciclistas para la zona en los traslados sobre la Calzada Cetys. Se encontró que la bicicleta de montaña es la más utilizada con un 42%, seguido de la bicicleta urbana con un 32%, la bicicleta de ruta con el 16%, la bicicleta híbrida con el 9% y los triciclos con el 1% de uso como se muestra en la distribución de la gráfica en la figura 64.

Figura. 64. Tipo de bicicleta utilizada por ciclistas agosto 2021.



Fuente: Elaboración propia.

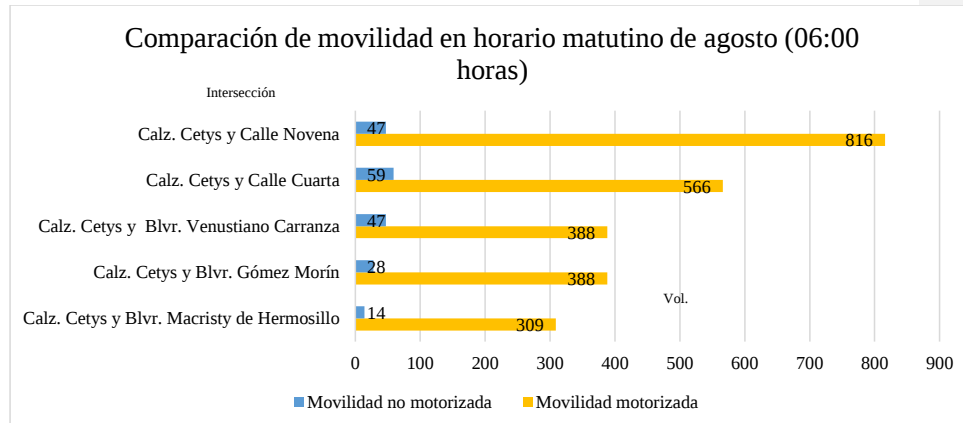
Además, del total de los 401 ciclistas contabilizados solo 21 utilizó casco, es decir solo el 5.23%.

4.2.2.3 Comparación de resultados

El número de vehículos motorizados en el mes de agosto de 2021 en la Calzada Cetys en Mexicali presenta un volumen mayor al de la movilidad no motorizada tanto en el horario matutino como en el vespertino. Se observa en la figura 65 que en el turno matutino se presenta mayor flujo de autos particulares y un menor flujo de ciclistas y peatones.



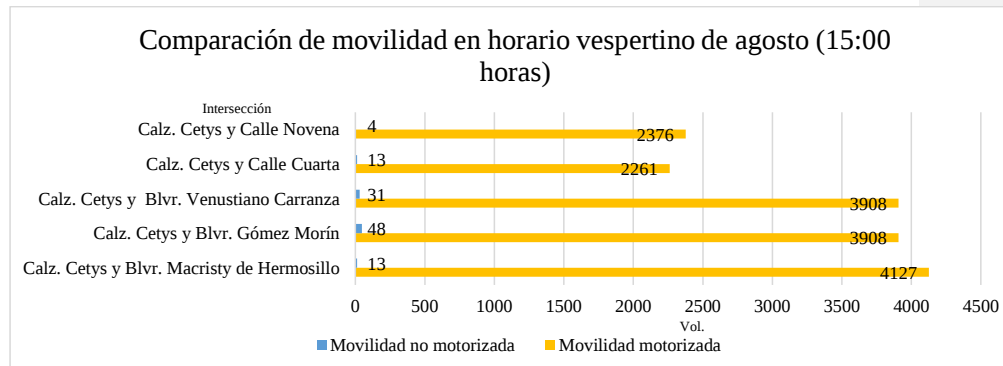
Figura. 65. Comparación de movilidad en horario matutino de agosto (06:00 horas)



Fuente: Elaboración propia.

En comparación con el turno vespertino donde los vehículos motorizados tienen mayor presencia debido a que superan los 3500 en Blvr. Macristy de Hermosillo como se observa en la figura 66.

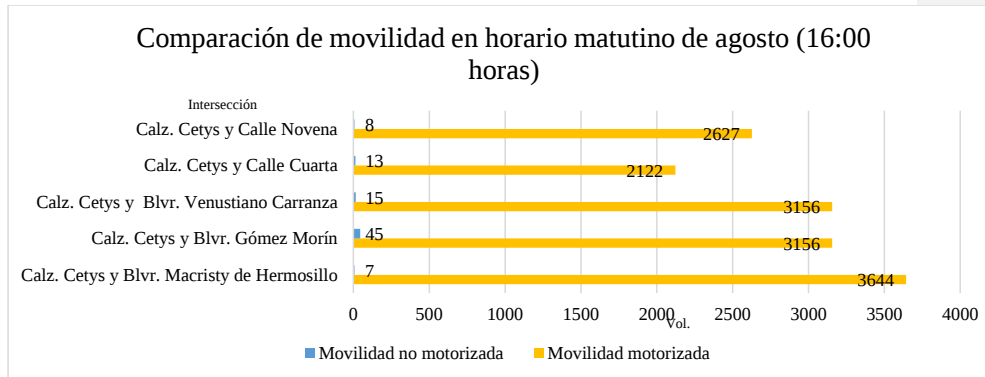
Figura. 66. Comparación de movilidad en horario matutino de agosto (15:00 horas)



Fuente: Elaboración propia.



Figura. 67. Comparación de movilidad en horario matutino de agosto (16:00 horas)



Fuente: Elaboración propia.

En comparación, la movilidad no motorizada solamente alcanzó los 902 usuarios. La forma de desplazarse por la zona que utilizan los usuarios de la movilidad no motorizada es el caminar, aunque el uso de la bicicleta solo se encuentra en un 11.1% abajo.

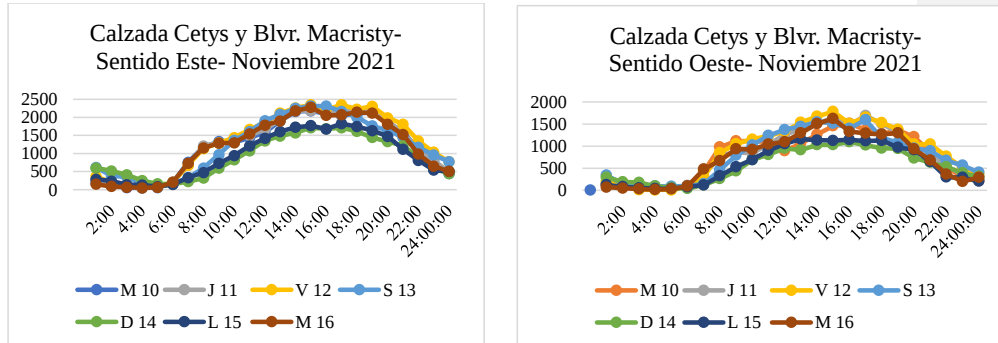
4.2.3 Resultados de aforos en noviembre 2021

4.2.3.1 Aforos de movilidad motorizada

En la figura 68, en el contador de Calzada Cetys cerca de Blvr. Macristy se observa que por la mañana no se presentan horas de máxima demanda, esta se presenta por la tarde entre 13:00 y 20:00 horas, los datos en el sentido Oeste indican que la hora de máxima demanda es de 1693 vehículos en el horario de las 17:00 horas. En cambio, en el sentido Este, se presenta el mayor volumen a las 19:00 horas con 2196 vehículos.



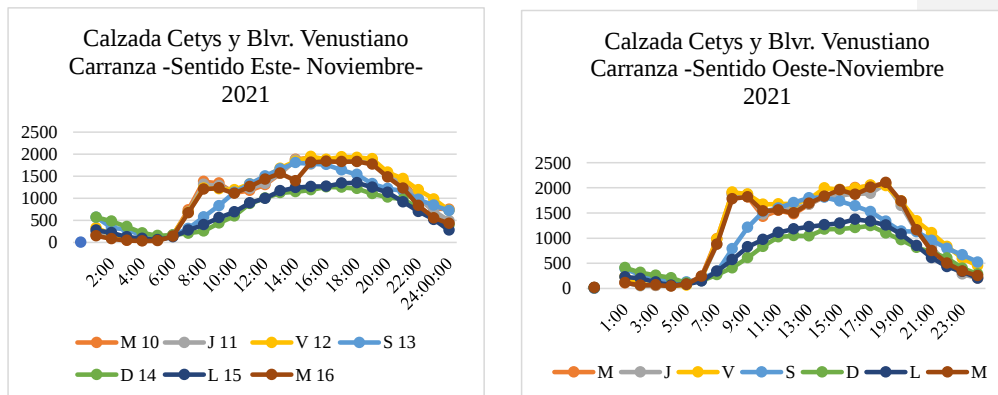
Figura. 68. Aforos mecánicos de noviembre de 2021 en Calzada Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.



Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento en la zona de la Calzada Cetys cercano al Blvr. Venustiano Carranza a diferencia de la Calle Cuarta presenta un incremento del volumen de los vehículos en el horario matutino. A las 8:00 horas se registraron 1,913 en el sentido Oeste y 1376 en el sentido Este. En la gráfica 63 en la gráfica del sentido Este se observa que la hora de máxima demanda del día ocurrió a las 15:00 horas con 1,943 vehículos. En cuanto al sentido Oeste, durante el día el comportamiento del flujo vehicular es similar, encontrando la hora de máxima demanda a las 18:00 horas con 2,089 vehículos.

Figura. 69. Aforos mecánicos de noviembre de 2021 en Calzada Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.

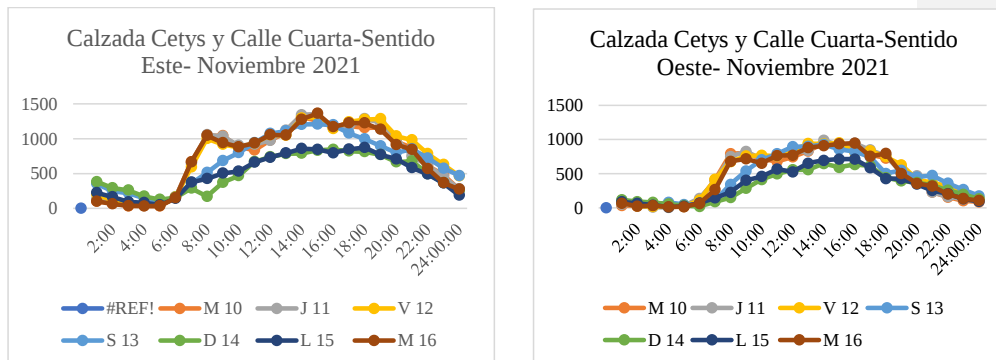


Fuente: Elaboración propia.



En cuanto a la intersección cercana con la Calle Cuarta en la figura 64 se observa una disminución considerable del volumen del tránsito. Se registraron 1,355 vehículos en la hora de máxima demanda en el horario de las 15:00 horas en sentido Este. Es decir, una diferencia de 724 vehículos en esa hora. En cambio, en el sentido Oeste se registraron 988 vehículos a las 14:00 horas. En cuanto al volumen de tránsito por la mañana la hora pico en el turno matutino se presentó entre las 9:00 y 10:00 a.m.

Figura. 70. Aforos mecánicos de noviembre de 2021 en Calzada Cetys y Calle Cuarta.

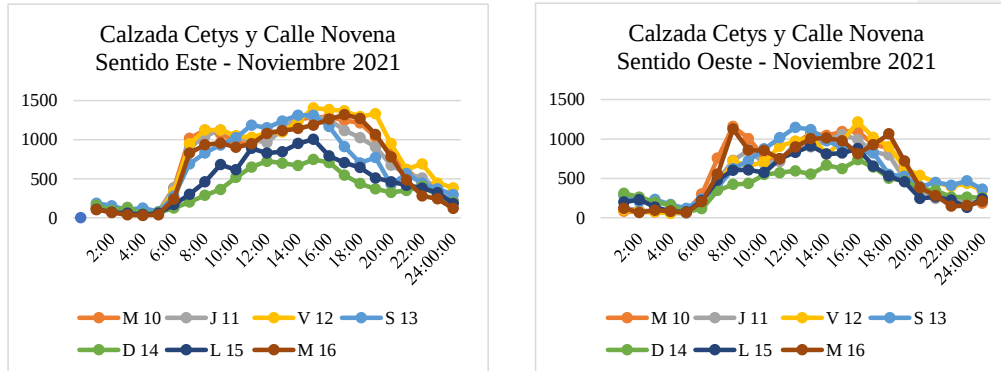


Fuente: Elaboración propia.

Por último, el contador ubicado en Calzada Cetys con cercanía a Calle Novena como se observa en la figura 65 presenta horas de máxima demanda matutina más marcada en comparación con las gráficas anteriores, en donde en sentido Oeste la hora de máxima demanda matutina es a las 8:00 horas con 1,157 vehículos, en cambio la hora de máxima demanda vespertina es a las 12:00 horas con 1147 vehículos, por lo que se encontró que no existe gran diferencia entre estos dos datos. En cambio, en el sentido Este, hacia la zona del aeropuerto internacional de la ciudad, el flujo vehicular tiene en la hora de máxima demanda un flujo de 1,405 vehículos a las 15:00 horas y en el horario matutino, al igual que en el sentido Este, la hora pico se presenta a las 8:00 horas con 1,122 vehículos.



Figura. 71. Aforos mecánicos de noviembre de 2021 en Calzada Cetys y Calle Novena.



Fuente: Elaboración propia.

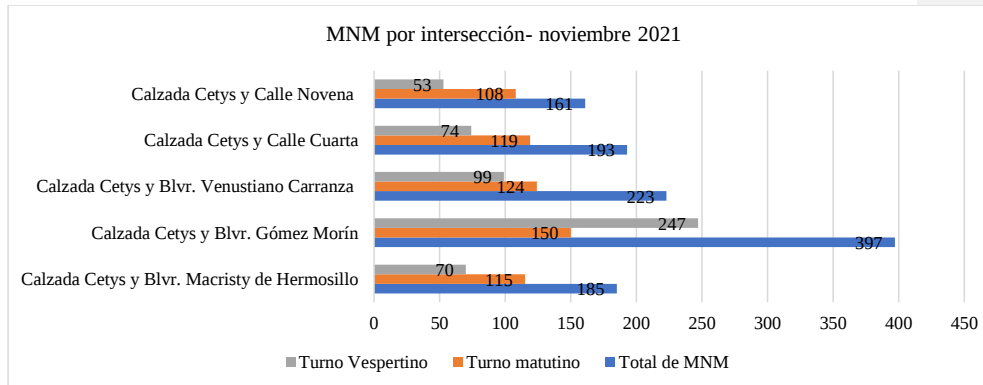
4.2.3.2 Aforos de movilidad no motorizada

El flujo total de usuarios entre el turno vespertino y matutino fue de 1,159 personas contabilizadas. Con 471 ciclistas y 688 peatones. Es decir, el 41% corresponde a los ciclistas y el 59% a los peatones.

Como se muestra en la figura 61 el mayor flujo se presentó en el turno vespertino con 543 usuarios en total. En el Blvr. Manuel Gómez Morín se presentaron 247 usuarios de la MNM, a diferencia de la intersección con Calle Novena que fue la de menor movilidad con 53 personas que circulan en el turno vespertino.



Figura. 72. Movilidad no motorizada por intersección- noviembre 2021.



Fuente: Elaboración propia.

El 34% del flujo total de peatones y ciclistas circuló por la intersección con el Blvr. Manuel Gómez Morín en donde se localiza una zona de plazas comerciales, el 17% en Calle Cuarta, el 19% con Venustiano Carranza, el 16% en Blvr. Macristy de Hermosillo y solo el 14% corresponde a la Calle Novena donde la zona presenta usos de suelo de tipo industrial.

Durante el turno matutino el Blvr. Gómez Morín presenta mayor movilidad con el 24% de circulación, seguido del Blvr. Venustiano Carranza con el 20%, la Calle Cuarta con el 19% al igual que el Blvr. Macristy de Hermosillo y por último la la Calle Novena con el 18%.

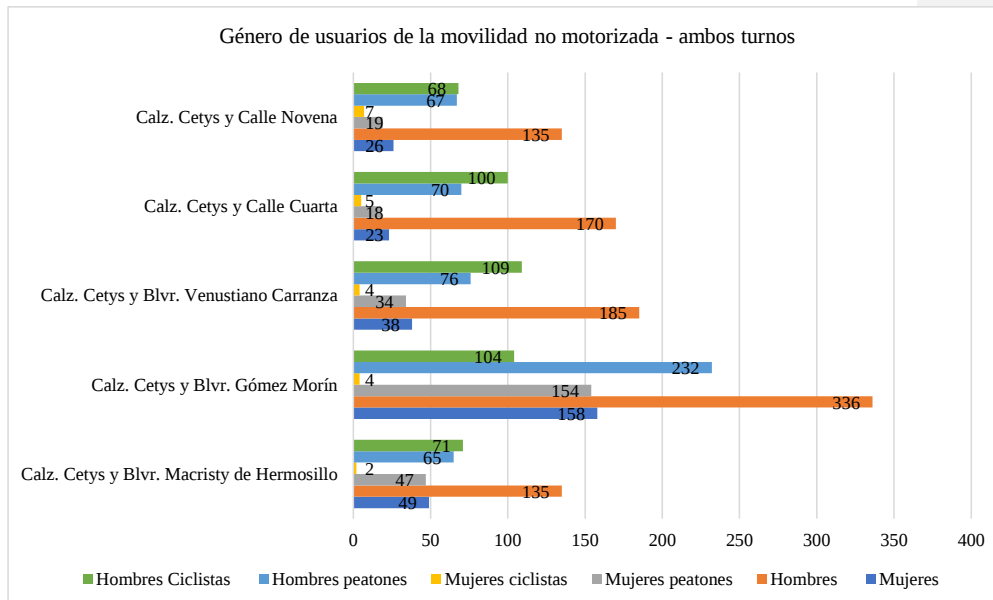
En el turno vespertino el Blvr. Gómez Morín continúa con mayor movilidad con el 45% de circulación, pero, por el contrario, la circulación de la MNM en los nodos restantes disminuye, el Blvr. Venustiano Carranza presenta el 18%, la Calle Cuarta el 14%. El Blvr. Macristy de Hermosillo genera el 13% de movilidad y la Calle Novena es el punto de menor movilidad con el 10%.

En cuanto al género de los usuarios de la movilidad no motorizada, es notorio que es mayor la movilidad de hombres, con el 78% del total de usuarios que circulan por las intersecciones analizadas. La movilidad de las mujeres se presenta en un 22% del total.



Por otra parte, del total de los usuarios contabilizados el 65% son peatones del género masculino y el 35% son mujeres. En cuanto a los ciclistas, el 95% son hombres y solo el 5 % son mujeres, como se muestra en la figura 73.

Figura. 73. Género de usuarios de la movilidad no motorizada- ambos turnos noviembre 2021.

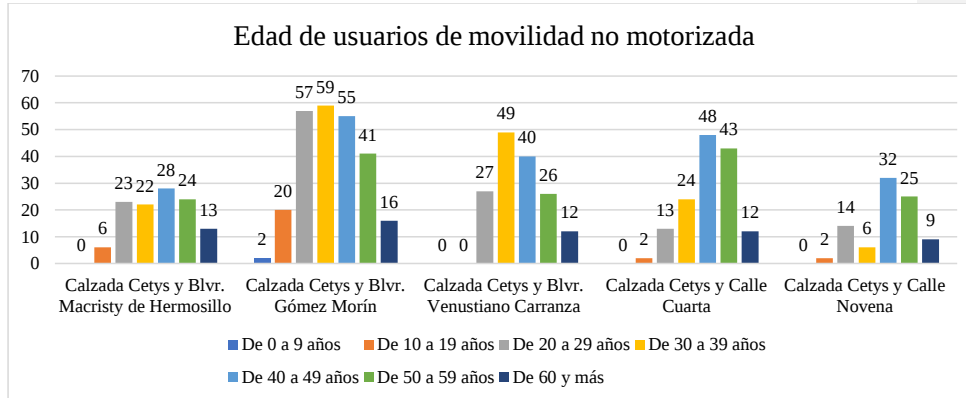


Fuente: Elaboración propia.

Las edades aproximadas de los usuarios de la movilidad no motorizada también fueron cuantificadas en los aforos manuales. Del total de las personas, el 37% corresponde a la edad de 30 a 39 años, el 22% a los usuarios entre 20 a 29 años de edad, el 17% a la edad de 40 a 49 años y el 12% a los usuarios de 50 a 59 años, por lo que estos cuatro grupos son los de mayor cantidad de peatones y ciclistas. En cambio, el 5% corresponde a los adultos de 60 años y más, los usuarios de 10 a 19 años representan el 6% y solo el 1% corresponde a la edad de 0 a 9 años. Esto refleja que los grupos que menos circulan son los de adultos mayores y los menores de edad como se muestra en la figura 74.



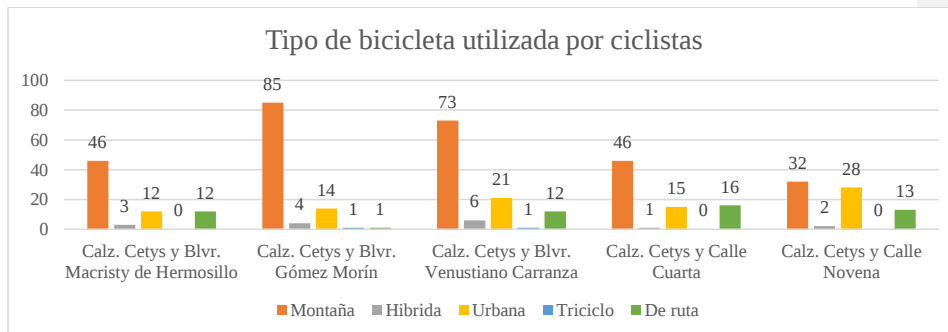
Figura. 74. Edad de usuarios de movilidad no motorizada noviembre 2021.



Fuente: Elaboración propia.

Au su vez, el tipo de bicicleta que utilizan los ciclistas para la zona en los traslados sobre la Calzada Cetys. Se encontró que la bicicleta de montaña es la más utilizada con un 64%, seguido de la bicicleta urbana con un 20%, la bicicleta de ruta con el 12%, la bicicleta híbrida con el 4.5% y los triciclos con el 0.5% de uso como se muestra en la distribución de la gráfica en la figura 75.

Figura. 75. Tipo de bicicleta utilizada por ciclistas, noviembre de 2021.



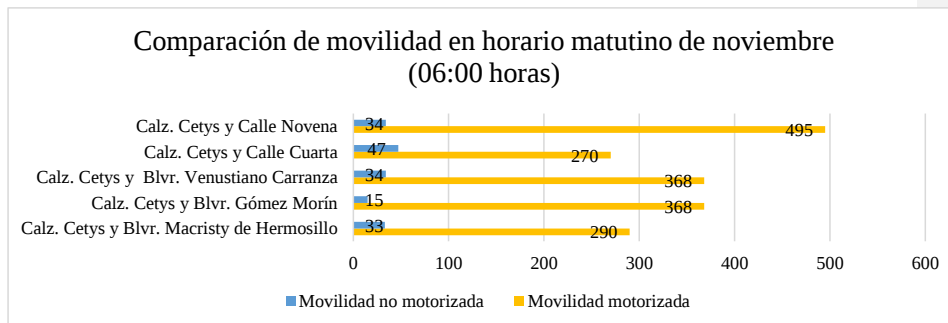
Fuente: Elaboración propia.



4.2.3.3 Comparación de resultados

El número de vehículos motorizados en el mes de noviembre de 2021 en la Calzada Cetys continúa con un mayor volumen de movilidad no motorizada tanto en el horario matutino como en el vespertino. Se observa en la figura 76 que en el turno matutino se presenta mayor flujo de autos particulares y un menor flujo de ciclistas y peatones.

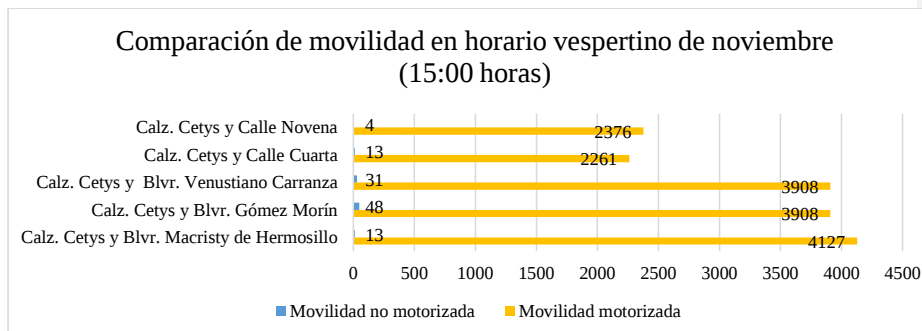
Figura. 76. Comparación de movilidad en horario matutino de noviembre (06:00 horas).



Fuente: Elaboración propia.

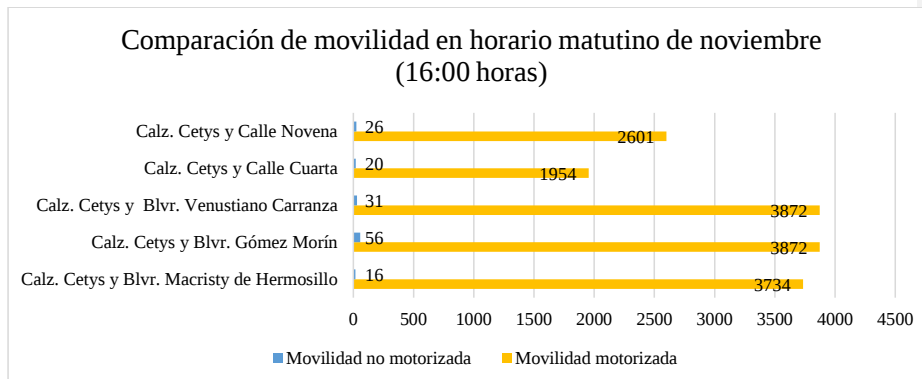
En el turno vespertino se observa que los vehículos motorizados tienen mayor presencia en la movilidad de la zona debido a que superan los 3908 en el Blvr. Venustiano Carranza como se observa en la figura 77.

Figura. 77. Comparación de movilidad en horario matutino de noviembre (15:00 horas).



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 78. Comparación de movilidad en horario matutino de noviembre (16:00 horas).



Fuente: Elaboración propia.

En comparación, la movilidad no motorizada en ambos turnos de los 5 días aforados solamente alcanzó los 1159 usuarios.

Un punto importante a destacar es que las mujeres utilizan en menor medida las formas no motorizadas para desplazarse, al igual que los jóvenes menores de 19 años y los adultos mayores, esto puede ser indicador de falta de seguridad en la infraestructura de la zona. Los mayores usuarios de esta forma de movilidad son los hombres de entre 20 a 59 años que se encuentran en edad productiva.

Otro factor notable es que, en términos de seguridad del usuario, la mayoría de los ciclistas no utilizan casco, lo que pone en mayor riesgo su vida, ya que además de que no existe infraestructura adecuada para ellos, no utilizan las medidas de prevención necesarias.

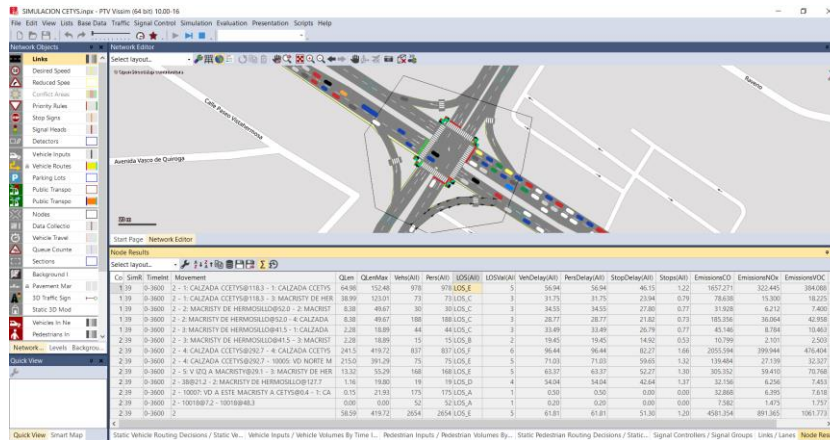
4.2.3 Simulación de intersecciones

Cada intersección estudiada se simuló en el programa VISSIM 10, se incluyeron los datos obtenidos de los aforos mecánicos y los aforos manuales. Se seleccionó el volumen de las 16:00 horas debido a que se presentó como una de las horas pico de los vehículos motorizados y a su vez en esta hora circuló el mayor número de peatones y ciclistas.

Es importante comentar que los resultados de los niveles de servicio de las vialidades son exclusivamente en la hora de máxima demanda, por lo que en las horas donde existe menos volumen de tránsito el nivel de servicio sería menor al que resulta en la hora pico.

En la intersección de la Calzada Cety's y Blvr. Macristy de Hermosillo la Calzada Cety's cuenta con dos carriles de circulación por sentido. De acuerdo con la simulación del programa VISSIM se obtuvo un Nivel de Servicio E en la hora de máxima demanda vespertina, que de acuerdo con el Highway Capacity Manual (2000) en este nivel prácticamente no hay espacios entre el tránsito. En este punto la vialidad está operando justo en la capacidad para la que fue diseñada.

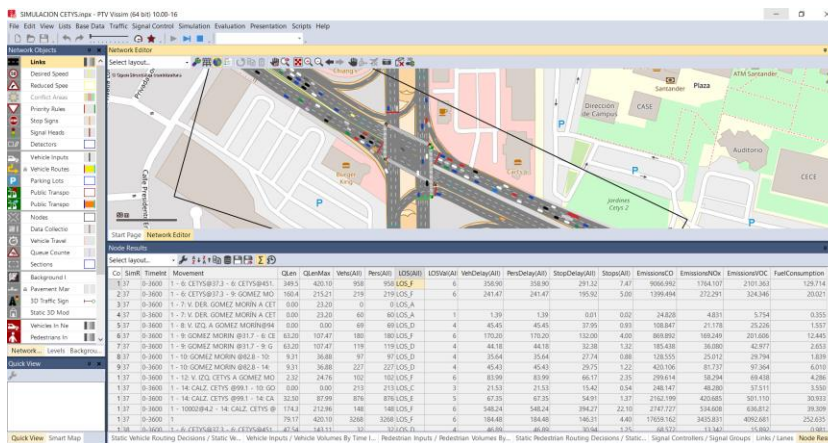
Figura. 79. Simulación de Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.



Fuente: Elaboración propia a partir de VISSIM 10.

En la intersección de la Calzada Cetys y Blvr. Gómez Morin, la Calzada Cetys cuenta con tres carriles de circulación por sentido. De acuerdo con la simulación del programa VISSIM se obtuvo un Nivel de Servicio F en la hora de máxima demanda vespertina, que de acuerdo con el Highway Capacity Manual (2000) en este nivel se encuentra en un punto de congestión.

Figura. 80. Simulación de Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.

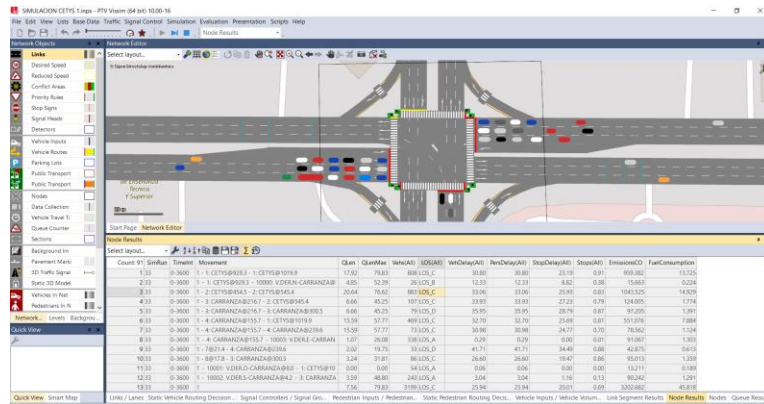


Fuente: Elaboración propia a partir de VISSIM 10

En el nodo de la Calzada Cetys y Blvr. Venustiano Carranza, la Calzada Cetys continua con tres carriles de circulación por sentido. De acuerdo con la simulación del programa VISSIM se obtuvo un Nivel de Servicio para esta intersección C en la hora de máxima demanda vespertina, que de acuerdo con el Highway Capacity Manual (2000) el flujo de la circulación de la vialidad es cercano a un flujo libre.



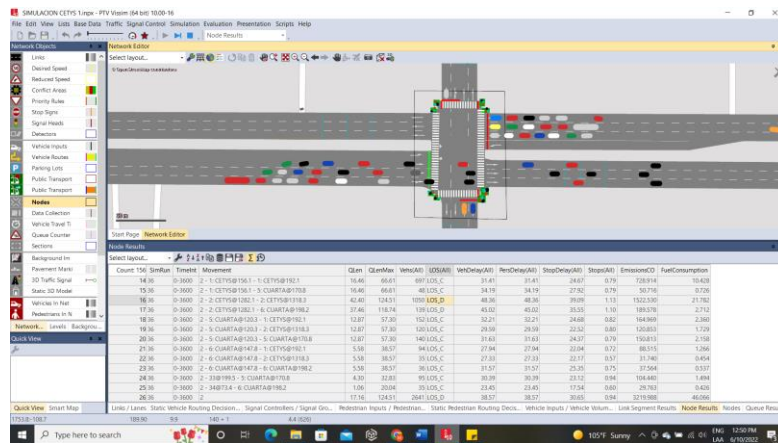
Figura. 81. Simulación de Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.



Fuente: Elaboración propia a partir de VISSIM 10.

Los resultados de la simulación del Programa VISSIM sobre la intersección de la Calzada Cetys y Calle Cuarta, la Calzada Cetys indicaron que la Calzada Cetys se encuentra funcionando en un Nivel de Servicio D en la hora de máxima demanda vespertina. De acuerdo con el Highway Capacity Manual (2000) en este nivel de servicio la velocidad de los vehículos empieza a disminuir ya que aumentan los flujos del tránsito.

Figura. 82. Simulación de Calz. Cetys y Calle Cuarta

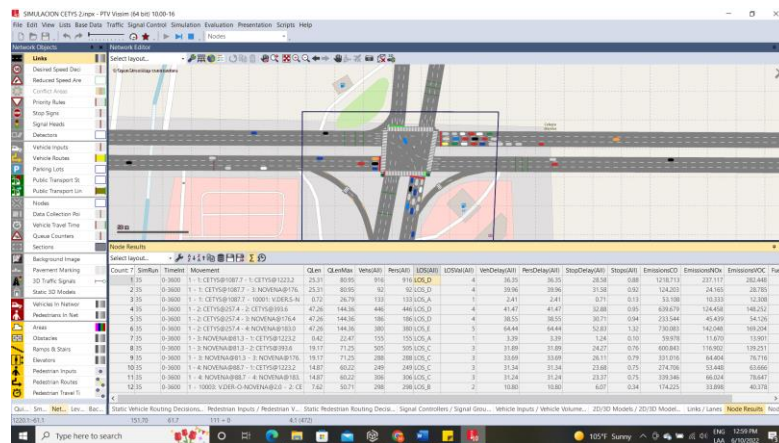


Fuente: Elaboración propia a partir de VISSIM 10.



Al igual que la Calle Cuarta, la Calle Novena en su intersección con la Calzada Cetys se encuentra en un nivel de servicio D de acuerdo con los resultados de la simulación realizada.

Figura. 83. Simulación de Calz. Cetys y Calle Novena.



Fuente: Elaboración propia a partir de VISSIM 10.

De los nodos estudiados en esta investigación, en términos del análisis de la operación de los vehículos motorizados que circulan por la zona, se determina lo siguiente:

La intersección con mayor congestión se ubica en el Blvr. Gómez Morín, zona donde se establecen 4 plazas comerciales importantes de la zona dorada. En segundo lugar, se encuentra el Blvr. Macristy de Hermosillo debido a que en esta zona se estrecha la vialidad a dos carriles de circulación por sentido.

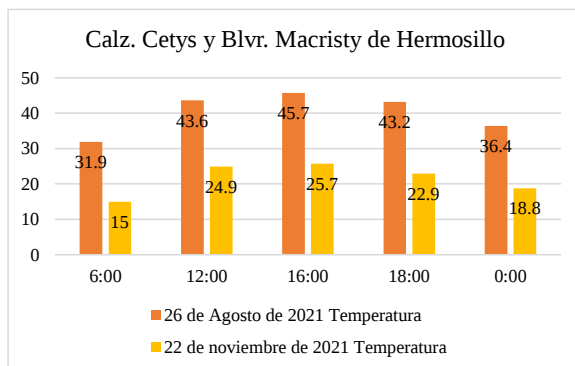


4.3 Resultados del enfoque ambiental

4.3.1 Resultados de temperatura

En la intersección de la Calzada Cetys y el Blvr. Macristy de Hermosillo la temperatura más alta se presentó en el mes de agosto a las 16:00 horas con 45.7° C. En cambio, la temperatura más baja registrada fue en el mes de noviembre a las 6:00 horas con 15°C. De las 12:00 a las 18:00 horas la temperatura en cada mes se mantiene estable, por lo que disminuye por la mañana y por la noche. Se observa una diferencia de 20°C entre el mes de agosto y noviembre en el horario de las 16:00 horas.

Figura. 84. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.

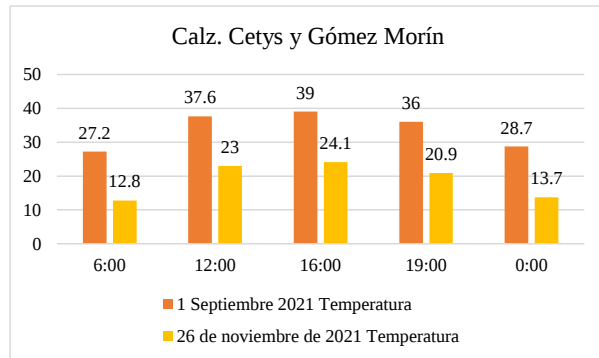


Fuente: Elaboración propia.

En la intersección de la Calz. Cetys y el Blvr. Gómez Morín, la temperatura más alta registrada fue también a las 16:00 horas con 39° C. En contraste, la temperatura más baja registrada en el mes de noviembre se dio a las 6:00 horas con 12.8° C. Se observa que entre el mes de agosto y noviembre hay alrededor de 15° de temperatura.



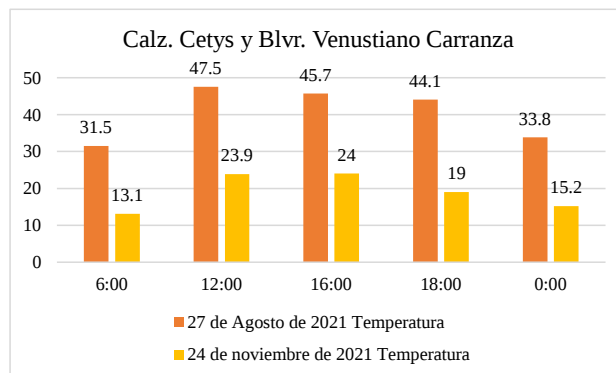
Figura. 85. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín.



Fuente: Elaboración propia.

En la intersección de la Calz. Cetys y el Blvr. Venustiano Carranza se presentó la temperatura más alta en el mes de agosto a las 12:00 del día, con 47.5°C a diferencia del mes de noviembre en donde a las 6:00 horas se presentó la temperatura más baja con 13.1°C. En esta intersección es donde se observa mayor diferencia de temperatura entre agosto y noviembre, con una diferencia de 23°C a las 12:00 horas.

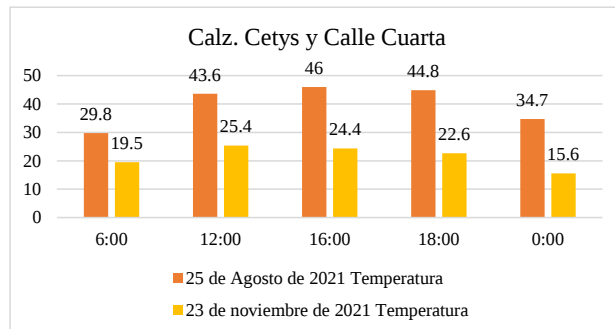
Figura. 86. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza.



Fuente: Elaboración propia.



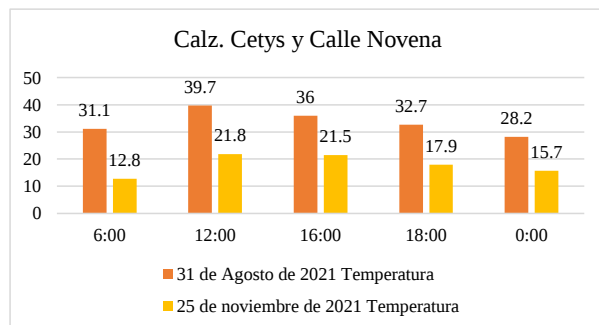
Figura. 87. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Calle Cuarta.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de temperatura de la Calzada Cetys y Calle Novena fueron los siguientes: en el mes de agosto el horario donde se presentó la temperatura máxima fue a las 12:00 horas con 39.7 °C y en el mes de diciembre la temperatura mínima se presentó a las 12.8°C. En el mes de agosto y noviembre en el horario de las 12:00 horas existe una diferencia de 17.9°C.

Figura. 88. Resultados de temperatura en agosto y noviembre de 2021 Calz. Cetys y Calle Novena.



Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Recomendación de características para la integración de la movilidad no motorizada

Después del análisis del concepto de la movilidad urbana sustentable y su estrecha relación con la accesibilidad, uno de los puntos más importantes para poder integrar la movilidad activa a la vialidad es mejorar el acceso que tienen los habitantes de la zona a los bienes y servicios que se ofrecen en la Calzada Cetys.

Para esto es necesario que la oferta en los usos de suelo sea variada y atractiva para los usuarios, además se debe procurar que los residentes de la zona tengan las condiciones necesarias para optar por caminar o circular en bicicleta hacia los puntos de interés como son las plazas comerciales y las zonas escolares del área, esto a través del rediseño de las vialidades y con la finalidad de disminuir los viajes en vehículos particulares que pudieran hacerse en tiempos de 5 o 10 minutos por residentes de la zona.

Además, al conocer las condiciones de la Calzada Cetys, así como la normatividad a nivel nacional para el diseño y rediseño de vialidades con enfoque sustentable, se propone una nueva sección para la vialidad de estudio.

Los carriles de circulación para los vehículos en esta propuesta se reducen a 3m, por lo que se disminuiría también la velocidad permitida de 60 km/hr a 50 km/hr, además, se propone una ciclovía segregada de un carril por sentido de 2 m, con 0.5 m destinados a algún elemento delimitante que proporcione protección al ciclista.

Se propone que la vialidad tenga un área peatonal de 4 metros con vegetación endémica que proporcione sombra a los usuarios de la movilidad no motorizada y ayude a mitigar las altas temperaturas en la estación de verano de la ciudad.

Con esta propuesta se eliminaría el acotamiento y/o estacionamiento de la vialidad, ya que esta medida continúa incentivado el uso de los vehículos motorizados, por lo que resulta importante para la construcción de nuevas edificaciones en los vacíos urbanos que se respete la cantidad de cajones de estacionamiento dentro de los predios correspondientes.

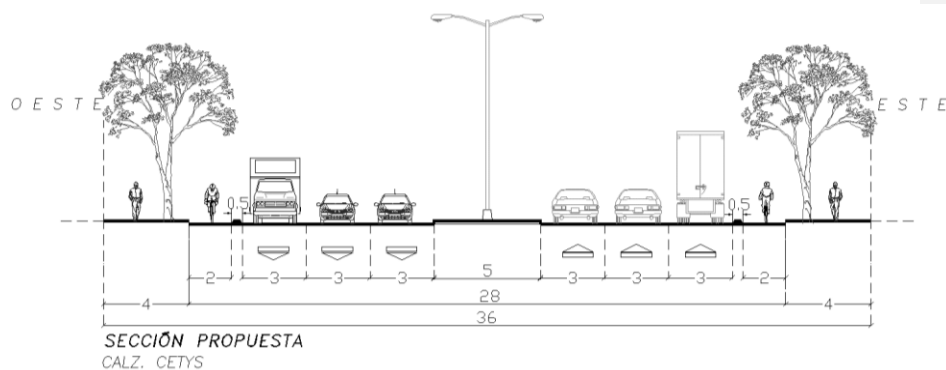


En el caso del transporte público, deberá de ser primordial su intermodalidad con los modos no motorizados, ya que como se observó en las encuestas, es la principal demanda de los usuarios debido a los tiempos de traslado, por lo que se deben de mejorar las zonas de espera y la frecuencia de los viajes del transporte.

Con la sección propuesta el área de la sección para la movilidad motorizada se reduce del 75% al 50% y la movilidad no motorizada incrementa del 11.11% al 36.11%. Es decir, se reduciría un 25% la utilidad de la sección para la circulación de vehículos motorizados que se destinaría para la infraestructura peatonal y ciclista.

Es importante señalar que la capacidad de la vialidad de acuerdo con el presente estudio realizado, oscila entre el nivel de servicio D y E lo que refleja una operación inestable y con retrasos en la circulación de los vehículos. Por lo que la búsqueda de distintos modos de movilidad, como los no motorizados y el transporte público son esenciales para disminuir los niveles de servicio, ya que, de acuerdo con el concepto de tráfico inducido, la capacidad de la vialidad al no contar con otras opciones de movilidad, se verá rebasada en algún punto de su vida útil.

Figura 89. Sección propuesta para Calzada Cetys.

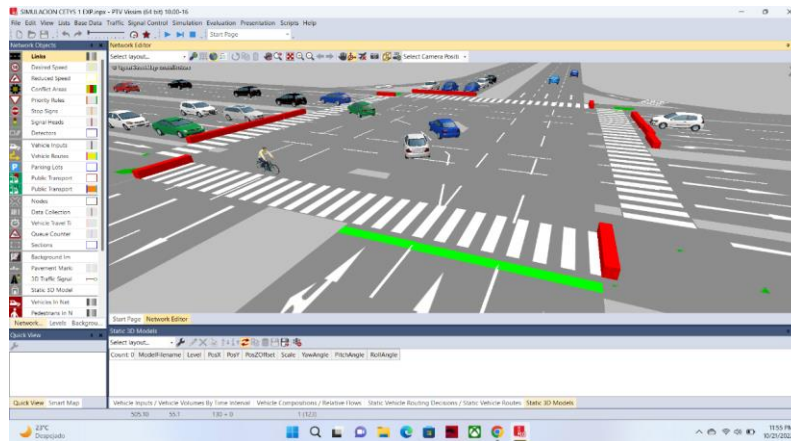


Fuente: Propia con base en AutoCAD 2021.

Una vez establecida la propuesta de la sección para el rediseño de la Calzada, en el programa Vissim se realizó una simulación con los nuevos elementos de la vialidad, en donde se redujo el ancho de los carriles y se disminuyó la velocidad.

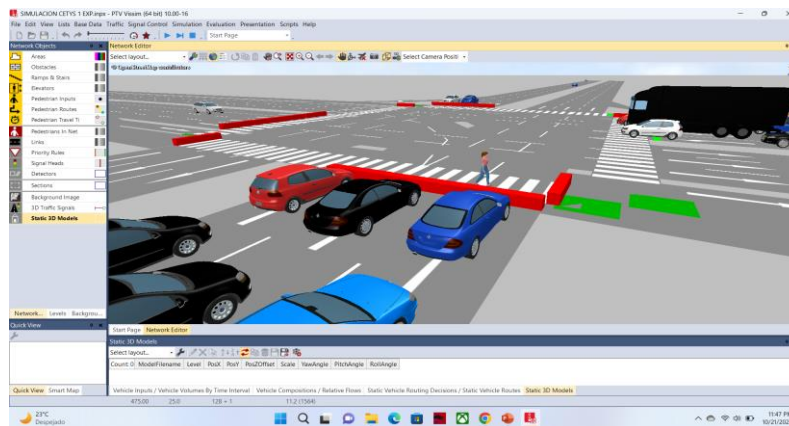


Figura 90. Simulación de sección propuesta.



Fuente: Propia con base en VISSIM 10.

Figura 91. Simulación de sección propuesta.



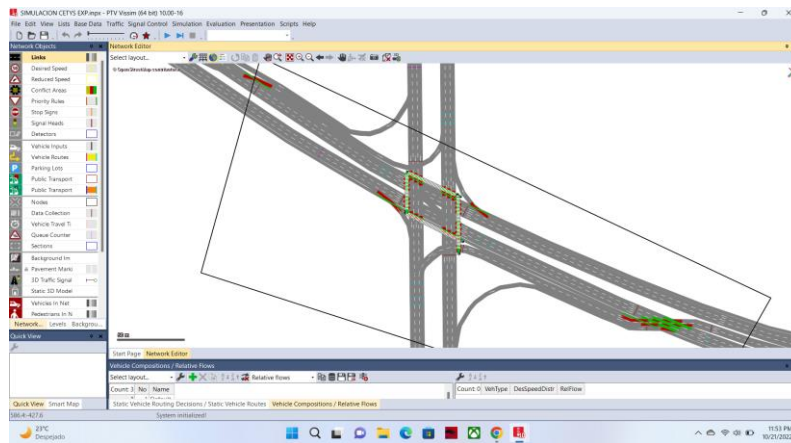
Fuente: Propia con base en VISSIM 10.

Gracias a este programa se pueden observar los puntos conflictivos en cada intersección una vez integrada la infraestructura para la movilidad no motorizada.



En este análisis se observó que la movilidad ciclista en la zona de la intersección de la Calzada Cetys con el Blvr. Manuel Gómez Morín resulta conflictiva debido a la disposición de los carriles para vueltas a la izquierda, lo que resulta en situaciones de peligro para los ciclistas que circulan por esa zona.

Figura 92. Simulación de sección propuesta



Fuente: Propia con base en VISSIM 10.



5.2 Conclusiones

En la presente investigación se tuvo como objetivo evaluar la integración de la movilidad no motorizada en la Calzada Cetys en la zona dorada de Mexicali, B.C. al considerar un enfoque ambiental, de transporte y de desarrollo urbano, esto con la finalidad de constituir un rediseño para la vialidad orientado a la movilidad urbana sustentable que considere las características de la ciudad y la zona de estudio.

Lo anterior debido a que en Mexicali solo se considera el enfoque de la ingeniería de tránsito para resolver la problemática del congestionamiento vial y no en la accesibilidad que los residentes de las zonas tienen para alcanzar los bienes y servicios necesarios para ello a través de desplazamientos activos. Lo que resulta en mayor congestionamiento debido al tráfico inducido por estas mismas propuestas que incentivan el uso del vehículo particular.

Las políticas públicas resultan incongruentes con lo planteado por los manuales desarrollados a nivel mundial y nacional. Tal es el caso del programa de obras para la movilidad que en la ciudad lleva por lema "*Respira*" cuando las propuestas establecidas en Mexicali se centran en la movilidad motorizada y generarán, en el largo plazo, mayor congestionamiento y contaminación para los habitantes de la ciudad. Además, se menciona que estos proyectos brindaran inclusividad para personas marginadas, sin embargo, no se contemplan soluciones para el deficiente problema del transporte público y el incremento de los accidentes viales que cada día se observan en la ciudad.

Resulta alarmante que Mexicali se encuentre entre las primeras 10 ciudades a nivel nacional en muertes de peatones y ciclistas de los 2,466 municipios que existen en el territorio nacional. Sin lugar a duda, el enfoque de las propuestas implementadas en Mexicali incentiva la movilidad motorizada sin considerar los modos no motorizados como los peatones y ciclistas. Esto genera a su vez, que la cultura vial entre los ciudadanos sitúe los modos motorizados como la prioridad al brindar pocos espacios en la composición de las vialidades para peatones y bicicletas.

En cuanto a la zona dorada, existen distintas áreas comerciales y educativas que atraen viajes, sobre todo en la intersección con el Blvr. Manuel Gómez Morín, en donde en



cada esquina se ubica una plaza comercial. En la circulación vial del Blvr. Manuel Gómez Morín en sentido Norte-Sur se ubica un paso a desnivel y en la zona de la intersección se observó que las vueltas a la izquierda de los vehículos causan confusión para los peatones que no están familiarizados con la zona. A pesar de esto, este es el punto de aforo más transitado por peatones y ciclistas, esto por la atraktividad que ejerce la zona comercial en los usuarios.

En cuanto al software utilizado para el desarrollo de la investigación, se contó con la licencia del programa PTV-VISSIM 10, distribuido por PTV Group, este programa fue sencillo de utilizar ya que no requirió de algún tipo de programación y la visualización de la simulación que se creó ayuda a la comprensión de la situación que se plantea. Sobre el software Qgis, es una herramienta gratuita que permitió la elaboración de mapas a partir de información obtenida de INEGI, lo que permitió visualizar y analizar datos dentro de la zona de estudio.

En el caso de la metodología, los procedimientos que permitieron conocer la movilidad de la Calzada Cetys se basaron en aforos realizados en distintas estaciones del año para la cuantificación actualizada tanto de vehículos motorizados, como peatones y ciclistas. Esto permitió establecer los niveles de servicio de la vialidad y obtener datos concretos para saber cómo es que funciona la Calzada.

En cuanto a los usuarios de la movilidad no motorizada, el obtener el conteo de su movilidad brinda visibilidad a dichas formas de desplazamiento y establece un parámetro que podrá ser comparado en futuros análisis.

El realizar aforos en distintos meses del año en donde la temperatura varía, permitió conocer los cambios del flujo de la movilidad no motorizada con respecto al estado del tiempo. A pesar de que entre el mes de agosto y noviembre existe una diferencia de temperatura que supera los 20°C la movilidad peatonal y ciclista solamente varía en un 22.14% con mayor cantidad de usuarios en noviembre. Es decir, el 77.86% de los usuarios continúa con sus recorridos habituales en los meses de mayor temperatura en la ciudad.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Cabe destacar que, de acuerdo con el trabajo de campo realizado en conjunto con los aforadores y encuestadores, estar presente en la zona de estudio en las horas de máxima demanda con temperaturas mayores a los 40°C, sensibiliza al investigador sobre las condiciones de movilidad de las personas que no cuentan con un vehículo particular motorizado.

Además, a pesar de obtener resultados estrictamente cuantitativos, la experiencia de la entrevista a los usuarios genera la empatía ante la situación de exclusión que viven en términos de movilidad y permitió conocer que la principal demanda es un mejor servicio de transporte público ya que el 11.66% de los viajes para los usuarios tiene una duración de más de 2 horas, en donde el viaje más largo presentó las 5:30 horas. La percepción de los usuarios en cuanto a la mejora de la zona, colocan también al señalamiento, al alumbrado y la vegetación como los aspectos a pulir en el área.

A su vez, gracias a las encuestas origen/destino se conoció también, que el principal motivo de los viajes por las que los peatones y ciclistas circulan por la zona es del trabajo al hogar y en un segundo lugar, el motivo de las compras, sobre todo en el área de la intersección de la Calzada Cety's con el Blvr. Manuel Gómez Morín, donde se establecen distintas áreas comerciales, donde resulta de suma importancia mejorar las condiciones de movilidad peatonal y sobre todo el potencial que existe de que los usuarios de las zonas del área de estudio opten por caminar o utilizar la bicicleta para llegar a los puntos de atracción de la Calzada.

En el caso de la vegetación, la disposición de esta en las secciones de las vialidades debería ubicarse para cumplir no solamente fines estéticos, sino con el fin de producir sombra a los usuarios de la movilidad no motorizada y mejorar la calidad de su trayecto. La vegetación propuesta para las secciones debería incluir desde los primeros diseños y rediseños de las vialidades en sus costados y no exclusivamente sobre el camellón central y contemplar vegetación endémica para climas desérticos.

Otro punto importante es la mejora de la cultura vial de los usuarios y la importancia de respetar los señalamientos propuestos, como en el caso de los límites de velocidad y los



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

cruces peatonales, así como las zonas donde se prohíbe el estacionamiento. Esto es responsabilidad tanto de las autoridades correspondientes como de los mismos ciudadanos.

Por último, los datos obtenidos de los aforos peatonales, ciclistas y vehiculares se pueden implementar en herramientas de simulación que permitan tener un acercamiento al comportamiento de la vialidad y así experimentar y analizar distintos escenarios, cambiando el ancho de los carriles, la velocidad de los automovilistas, ciclistas o peatones, así como conocer las zonas que resultaron conflictivas.

En conclusión, para el diseño de las vialidades se deben considerar aspectos urbanos de uso de suelo, la situación del transporte y la oferta de la infraestructura para la movilidad, así como los aspectos ambientales, sobre todo en ciudades con clima extremo como Mexicali

Para atraer a los usuarios de la movilidad no motorizada se debe mejorar y variar la disposición de los usos de suelo, reducir el espacio destinado para los vehículos al mejorar la infraestructura peatonal y al implementar infraestructura ciclista, así como mejorar la red de transporte público para reducir viajes en vehículos privados. Esto con el fin de inducir la movilidad hacia nuevos modos de transporte ya que como se observó en la investigación los peatones y ciclistas son vulnerables a accidentes viales. Además, la calidad de vida se reduce al invertir gran tiempo en viajes que son considerados esenciales y se realizan con frecuencia diaria.

Mexicali es una ciudad con gran potencial para mejorar su movilidad ya que se encuentra aún en crecimiento, se espera que este tipo de investigaciones ayuden a analizar las condiciones de la forma urbana y los usos de suelo en los vacíos urbanos existentes, así como la mejora de la oferta de infraestructura para desplazarse por medios activos en las vialidades.



FAD
Facultad de
Arquitectura
y Diseño



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO



ANEXOS

Reporte fotográfico de intersecciones analizadas en la Calzada Cetys

Calz. Macristy de Heronsillo y Calz. Cetys

Figura I. Vista en Planta de Calz. Macristy de Heronsillo y Calz. Cetys



Fuente: Maciel, 2021.



Figura II. Vista a Este de Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo



Fuente: Maciel, 2021.

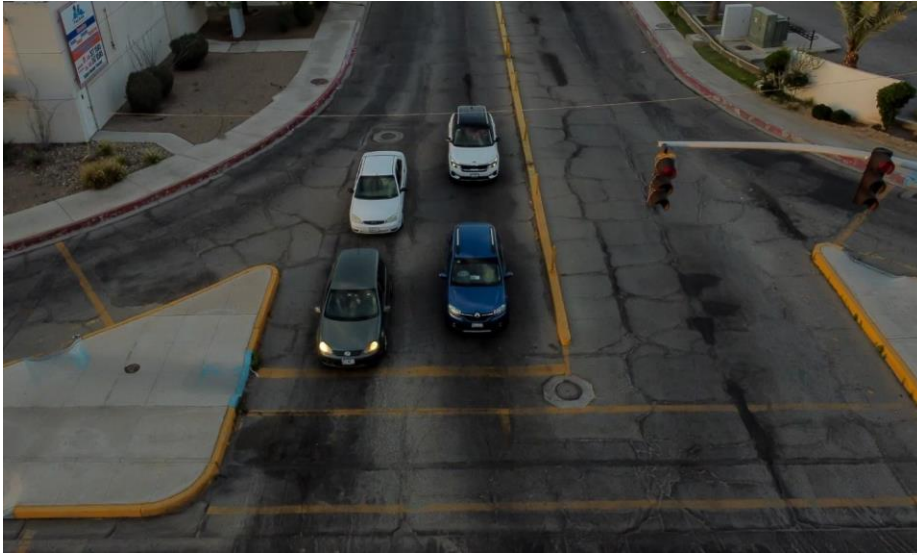
Figura III. Vista a Oeste Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo



Fuente: Maciel, 2021.



Figura IV. Vista a Norte de Calz. Cetys y Blvr. Macristy de Hermosillo.



Fuente: Maciel, 2021.

Blvr. Gómez Morín y Calz. Cetys



Figura V. Vista en Planta de Calz. Cety y Blvr. Gómez Morín



Fuente: Maciel, 2021.

Figura VI. Vista a Norte de Calz. Cety y Blvr. Gómez Morín



Fuente: Maciel, 2021.



Figura VII. Vista a Oeste de Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín



Fuente: Maciel,2021.

Figura VIII. Vista a Sur de Calz. Cetys y Blvr. Gómez Morín

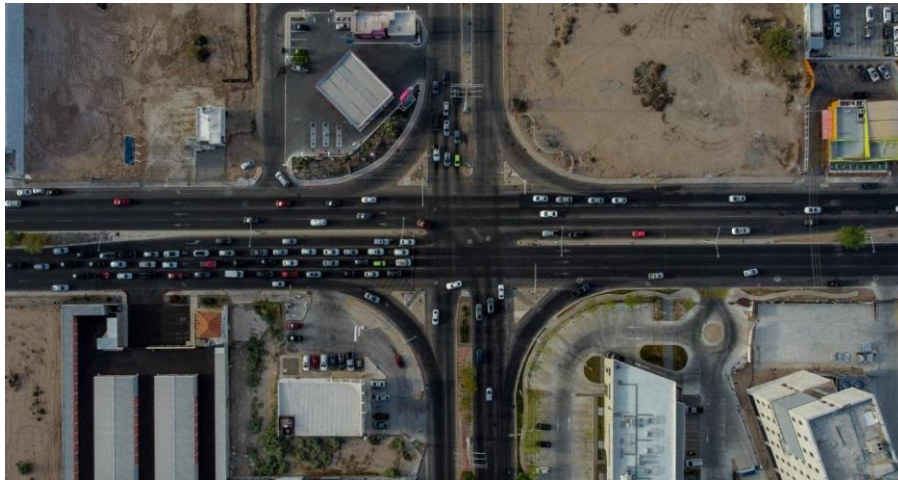


Fuente: Maciel,2021.



Blvr. Venustiano Carranza y Calz. Cetys

Figura IX. Vista en Planta de Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza



Fuente: Maciel,2021.

Figura X. Vista a Oeste de Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza



Fuente: Maciel,2021.

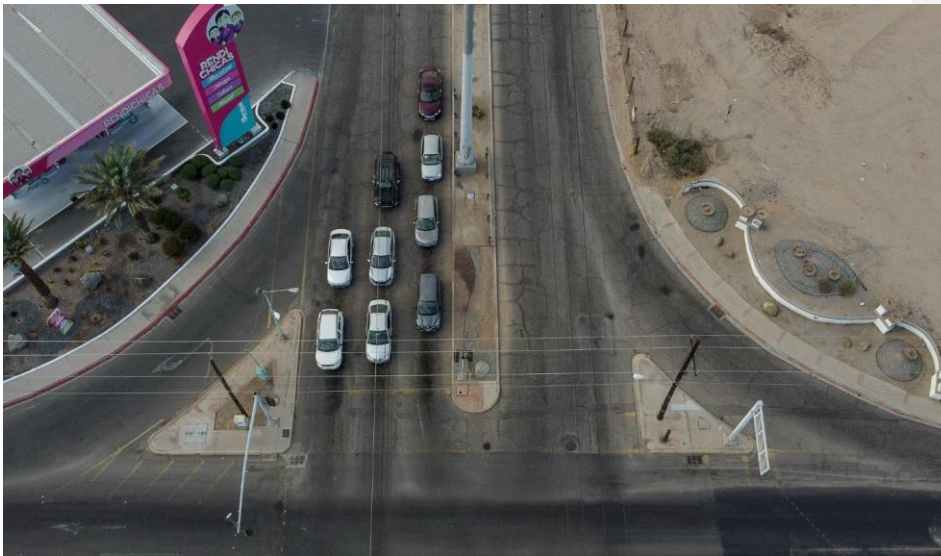


Figura XI. Vista a Oeste en Calz. cetys y Blvr. Venustiano Carranza



Fuente: Maciel, 2021.

Figura XII. Vista a Norte en Calz. Cetys y Blvr. Venustiano Carranza



Fuente: Maciel, 2021.



Calle Cuarta. y Calz. Cetys

Figura XIII. Vista en Planta de Calz. Cetys y Calle Cuarta



Fuente: Maciel, 2021.

Figura XIV. Vista a Este en Calz. Cetys y Calle Cuarta



Fuente: Maciel, 2021.



Figura XV. Vista a Sur en Calz. Cetys y Calle Cuarta



Fuente: Maciel, 2021.

Figura XVI. Vista a Norte en Calz. Cetys y Calle Cuarta



Fuente: Maciel, 2021.



Figura XVII. Vista a Oeste en Calz. Cetys y Calle Cuarta



Fuente: Maciel, 2021.



Calle Novena y Calz. Cetys

Figura XVIII. Vista en Planta de Calz. Cetys y Calle Novena



Fuente: Maciel,2021.

Figura XIX. Vista a Sur en Calz. Cetys y Calle Novena



Fuente: Maciel,2021.



Figura XX. Vista a Sur en Calz. Cetys y Calle Novena



Fuente: Maciel,2021.

Figura XXI. Vista a Oeste en Calz. Cetys y Calle Novena



Fuente: Maciel,2021.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

REFERENCIAS

- Alfaraz, C. (2009). Cultura y tecnología: el caso del automóvil y sus valores asociados. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. http://www.revistacts.net/wp-content/uploads/2009/12/alfaraz_editado.pdf
- Almanza, A. (2019) Diseño de un sistema de ciclovías en la ciudad de Celaya mediante un enfoque de micro simulación. [Tesis de maestría, Tecnológico Nacional de México en Celaya]. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/790>
- Anuario Estadístico Municipal 2019 (2019). *Parque vehicular para el municipio de Mexicali*. http://www.mexicali.gob.mx/sem/estadistica/reportes/reporte_cuadro_indicador_pc_pdf.jsp?te
- Arredondo, R. E., Cortés, A. y Beristain, R. (2019). Propuesta para el mejoramiento de la seguridad de usuarios vulnerables en cruceros viales, a partir de un modelo de micro simulación. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt550.pdf>
- Asprilla Lara, Y. (2016). La movilidad urbana sostenible: Un paradigma en construcción en el contexto del cambio climático. AMBIENS. Revista Iberoamericana Universitaria en Ambiente, Sociedad Y Sustentabilidad, 2(3), 162–181. <https://doi.org/10.22395/ambiens.v2n3a8>
- Bamney, A. y Tiwari, D. (2020). Estudio sobre la disposición a utilizar modos no motorizados en una ciudad de nivel 3: un estudio de caso en India. *Transportation Research Procedia* 48, 2280–2295. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.288>



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Banco de Desarrollo de América Latina (2011) Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina.

<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/419/omu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Banco Interamericano de Desarrollo (2018) ¿Qué implica la accesibilidad en el diseño e implementación de políticas públicas urbanas?

https://webimages.iadb.org/publications/2019-01/Nota_Tecnica_14.12.18.pdf

Bazant, J. (2016). *Manual De Diseño Urbano* (7.^a ed.). Trillas.

Bazant, J. (2020). *Microurbanismo: al rescate del peatón en los espacios urbanos*. (1.^a ed.). Trillas.

Begoña, G. A. (2000). El cálculo del tráfico inducido como herramienta en la planificación de las infraestructuras de transporte: Aplicación a la puesta en servicio de las nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad en España [Tesis doctoral no publicada]. Universidad Politécnica de Madrid.

Box, P. (1985) *Manual de estudios de ingeniería de tránsito* México Representaciones y servicios de ingeniería S.A.

Bushnell (2022). *Velocity Speed Gun Manual*.

Cal y Mayor, R. y Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones* (8.^a ed.). Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V.

Canitez, F. (2020) Transferring sustainable urban mobility policies: An institutional perspective. *Transport Policy*, 90, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.02.005>.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Centro de Estudios Socioeconómicos y Regionales (2020) Perfil demográfico del Cesar: análisis y recomendaciones de política. https://cesore.com/wp-content/uploads/2020/04/Perfil-demografico-del-Cesar-analisis-y-recomendaciones-de-poli%CC%81tica_compressed.pdf

Chávez, V. (2005). Manual de diseño geométrico de vías urbanas. Instituto de la construcción y gerencia.

City of El paso (2016) El Paso Bike Plan. <https://altago.com/wp-content/uploads/El-Paso-Bike-Master-Plan.pdf>

City of Phoenix (2020) Climate action plan framework. <https://www.phoenix.gov/oepsite/Documents/Climate%20Action%20Plan%20Framework%2011182020.pdf#page=25>

City of Phoenix (2021). Environmental Sustainability Goals. <https://www.phoenix.gov/sustainability/transportation>

Ciudad Equitativa, Ciudad inclusiva (s.f.) Manual de Calles Completas.

Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2016) Movilidad, vivienda y derechos humanos. <http://appweb.cndh.org.mx/biblioteca/archivos/pdfs/cartilla-Movilidad-Vivienda-DH.pdf>

Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2016) Movilidad, vivienda y derechos humanos. <http://appweb.cndh.org.mx/biblioteca/archivos/pdfs/cartilla-Movilidad-Vivienda-DH.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (2007) Principales especies de flora y fauna en el Noreste de México.

Comisión Nacional para el uso Eficiente de la Energía (2018), Movilidad Urbana Sostenible,



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/313972/movilidadurbanasostenible.pdf>

Cusin, F. y Damon, J. (2011) La “atractividad”, condición de las ciudades del futuro

Clasificaciones, retos y estrategias urbanas.

Data México (s. f.). *Mexicali: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública 2020*. Data México.

<https://datamexico.org/es/profile/geo/mexicali?totalGenderSelector1=genderOption>

Dirección de Seguridad Pública Municipal (2020) Estadística Accidentes de Tránsito en la Ciudad de Mexicali, Baja California. Periodo 2016 a 2019.

El sol de Tijuana (2019) Llevarán a cabo diagnóstico de autos irregulares en BC.

<https://www.elsoldetijuana.com.mx/local/llevaran-a-cabo-diagnostico-de-autos-irregulares-en-bc-3200801.html>

Espinosa, E. I. (2013). *Distancias caminables: Redescubriendo al peatón en el diseño urbano* (1ra ed.). Trillas.

Flores, P., Monterrubio, M., Pereyra, L., (2020) Rodando entre Buenos Aires y la Ciudad de México: experiencias e impactos del uso de la bicicleta, 1-12.

Fundación Ciudad Humana, Montezuma, R., & Fonseca, S. (2019). Plan integral de movilidad no motorizada y espacio público para Valledupar. Caracas: CAF.

<http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1383>

Galindo, L. M., Heres, D. R. y Sánchez, L. (2006). Tráfico inducido en México: Contribuciones al debate e implicaciones de política pública / induced traffic in Mexico: Contributions to the



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

debate and public policy implications. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 21(1),

123. <https://doi.org/10.24201/edu.v21i1.1263>

Gallego, E. (2018). «Secuestran» carriles en calzada CETYS. La Voz de la Frontera.

<https://www.lavozdelafrontera.com.mx/local/secuestran-carriles-en-calzada-cetys-2139929.html>

Gallego, É. (2022). *Presentan estrategia “respira” para desahogar el tráfico*. La voz de la frontera. Recuperado 8 de junio de 2022, de

<https://www.lavozdelafrontera.com.mx/local/presentan-estrategia-respira-para-desahogar-el-trafico-8222876.html>

García-Cueto, O.R., Jáuregui-Ostos, E., Toudert, D., Tejeda-Martínez, A., (2007).

Detection of the urban heat island in Mexicali, B. C., México and its relationship with land use. *Atmósfera*, 20(2), 111-131.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-62362007000200001&lng=es&nrm=iso

Gartland, L. (2011). Heat islands: Understanding and mitigating heat in urban areas.

Earthscan.

Gobierno del Estado de Chihuahua (2016) Clima [http://www.chihuahua.gob.mx/Conoce-](http://www.chihuahua.gob.mx/Conoce-Chihuahua/Clima)

[Chihuahua/Clima](http://www.chihuahua.gob.mx/Conoce-Chihuahua/Clima)

Gobierno del Estado de Chihuahua (2020). Arranca redensificación urbana con vivienda vertical

en el centro de Chihuahua <http://chihuahua.gob.mx/contenidos/arranca-redensificacion-urbana-con-vivienda-vertical-en-el-centro-de-chihuahua>



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Gobierno del Estado de Hermosillo (s.f.) Datos ambientales de Hermosillo

<https://www.hermosillo.gob.mx/pages/datos-ambientales/index.html>

Gutiérrez, I. (2017). Movilidad urbana no motorizada como medio de acceso a unidades económicas urbanas. En *Más allá de los límites. Apuntes para una movilidad inclusiva* (151-172).

Hansen, W. G. 1959. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of planners* 25(2), 73-76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>

Herce, M. (2009) *Sobre la Movilidad en la Ciudad*. Editorial Reverté.

Hernández, D., y Hansz, M. (2021). Accesos a oportunidades para favorecer la inclusión. Aspectos conceptuales, indicadores y su medición. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1692>

Hernández-Rejón, Adame-Martínez, S., Cadena-Vargas, E. (2017) Los retos de la sustentabilidad urbana en México. Reflexiones sobre su evaluación a través de la Metodología ICES del BID. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*. 85-97

Hernández-Sampieri (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V

INEGI (2021) Climatología. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Mapa>

INEGI (2021) Widgets de los Resultados del Censo de Población. https://www.inegi.org.mx/servicios/widgets_poblacion.html

Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo México (2012). Transformando la movilidad urbana en México. <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Transformando-la-movilidad-urbana-en-Mexico2.pdf>



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo México (2012). Planes Integrales de

Movilidad Lineamientos para una movilidad urbana sustentable

<https://mexico.itdp.org/documentos/planes-integrales-de-movilidad/>

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo. (2021). La movilidad en bicicleta como

política pública. <https://www.itdp.org/>. [http://ciclociudades.mx/wp-](http://ciclociudades.mx/wp-content/uploads/2015/10/Manual-Tomo-I.pdf)

[content/uploads/2015/10/Manual-Tomo-I.pdf](http://ciclociudades.mx/wp-content/uploads/2015/10/Manual-Tomo-I.pdf)

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (2013) Hacia una estrategia Nacional

Integral de Movilidad Urbana. http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Movilidad-Urbana-Sustentable-MUS_.pdf.

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (2019). *Una ciudad de distancias cortas*.

Grupo Fogra S.A. de C.V.

Instituto Municipal de Investigación y Planeación [IMIP]. (2007) Programa Parcial de Desarrollo

Urbano Centro de población, Mexicali, B.C. 2025

Instituto Municipal de Investigación y Planeación [IMIP]. (2020) Programa Municipal de

Desarrollo Urbano, Mexicali, Baja California.

Instituto Municipal de Investigación y Planeación Ciudad Juárez (2015) Plan de Movilidad Ciclista

y su integración al Sistema de Transporte Público en Ciudad Juárez

<https://www.imip.org.mx/imip/files/PlanCiclista.pdf>

Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali (6 de mayo de 2021)

Movilidad no motorizada [Videoconferencia] Talleres Virtuales de Participación

Ciudadana, Mexicali, B.C.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Instituto Municipal de Investigación y Planeación, IMIP. (2019) Banco de Proyectos estratégicos.

<http://www.mexicali.gob.mx/sitioimip/fotos/5b26e9e0639f.pdf>

Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua (2009). Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable (PSMUS)

https://implanchihuahua.org/Descargables_EP.html#templatemo_sectorial_mov

Instituto Municipal de planeación de Hermosillo (2017) Repensando Hermosillo.

https://www.implanhermosillo.gob.mx/wp-content/uploads/2018/08/Rethinking-Hermosillo-2017_09_27-Spanish-1.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017) Encuesta Origen Destino en la Zona Metropolitana del Valle de México. <https://www.inegi.org.mx/programas/eod/2017/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2019) Banco de indicadores, Mexicali, Parque Vehicular. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=02002>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2020) Banco de indicadores, Mexicali, Población. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=02002>

International Road Dynamics inc. (2021) Traffic A.C.E.+ Traffic Counter.

<https://www.irdinc.com/pcategory/counters-classifiers/traffic-ace-traffic-counter2.html>

Jacoby, E. y Pardo, C.F. (2010) Ciudades del automóvil, obesidad y cambio climático: se alinean las crisis y también las soluciones. <https://despacio.org/wp-content/uploads/2017/02/Jacoby-Pardo-2010.pdf>

Jiménez, A. (2019) Van más de 300 multas al transporte público en 2019: Simutra. *El imparcial* <https://www.elimparcial.com/mexicali/mexicali/Van-mas-de-300-multas-al-transporte-publico-en-2019-Simutra-20190626-0015.html>



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

- Jirón M, P., Lange V, C. y Bertrand S, M. (2010). Exclusión y desigualdad espacial: Retrato desde la movilidad cotidiana. Revista INVI, 25(68). <https://doi.org/10.4067/s0718-83582010000100002>
- La voz de la frontera (2018). Trabaja estado y UABC en estudio para mejorar la movilidad de Mexicali, <https://www.lavozdelafrontera.com.mx/local/trabaja-estado-y-uabc-en-estudio-para-mejorar-la-movilidad-de-mexicali-1011154.html>
- Laboratorio de invención para la ciudad. (20019) Proyectos. <https://labici.org/proyectos/>
- Ley, J. y Calderón, G. (2016). De la vulnerabilidad a la producción del riesgo en las tres primeras décadas de la ciudad de Mexicali, 1903-1933. Región y sociedad, 20(41).
<https://doi.org/10.22198/rys.2008.41.a521> Álvarez De la Torre, G. B. y Ayala Macías, E. G. (2018). Evolución, similitudes y diferencias en la estructura urbana entre ciudades fronterizas y coloniales mexicanas. Investigaciones Geográficas, (97).
<https://doi.org/10.14350/rig.59682>
- Ley, J. y Fimbres, N. A. (2015). La expansión de la ciudad de Mexicali: Una aproximación desde la visión de sus habitantes. Región y sociedad, 23(52).
<https://doi.org/10.22198/rys.2011.52.a186>
- Litman, T. (2010). Generated Traffic and Induced Travel Implications for Transport Planning. <https://www.vtpi.org/gentraf.pdf>
- Luna, A. (2008). Diseño y evaluación de vivienda energéticamente sustentable. Tesis doctoral. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

- Martínez-Ángel, J.D. (2018) Movilidad motorizada, impacto ambiental, alternativas y perspectivas futuras: consideraciones para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista salud pública* 20 (1) <https://doi.org/10.15446/rsap.V20n1.57038>
- Mattos, C. A..(2016). Financiarización, valorización inmobiliaria del capital y mercantilización de la metamorfosis urbana. *Sociologías*, 18(42), 24–52. <https://doi.org/10.1590/15174522-018004202>
- Méndez, E. (1996). Cambios en los principales elementos de la estructura urbana de una ciudad fronteriza: Mexicali, BC. *Región y Sociedad*, VII(12). ISSN: 1870-3925. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10201201>
- Miralles-Guasch, C. y Cebollada i Frontera, À. (2003). *Movilidad y transporte. Opciones políticas para la ciudad*. Fundación Alternativas.
- Niunamuerteval.mx (2020). Informe de peatones y ciclistas fallecidos en México 2019. <http://niunamuerteval.mx/wp-content/uploads/2020/11/informe-NUMV-2019.pdf>
- Orellana, D., Hermida, C., y Osorio, P. (2017). Comprendiendo los patrones de movilidad de ciclistas y peatones. Una síntesis de literatura. *Revista Transporte Y Territorio*, (16), 167-183. <https://doi.org/10.34096/rtt.i16.3608>
- Organización de las Naciones Unidas (1987) Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
- Organización de las Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-la-agenda-2030-objetivos-desarrollo-sostenible-oportunidad-america-latina-caribe>



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Organización de las Naciones Unidas Habitát (julio, 2019) *Convertir la ciudad en un espacio para caminar*. <http://onuhabitat.org.mx/index.php/convertir-la-ciudad-en-un-espacio-para-caminar>

Organización de las Naciones Unidas. (2021) Contaminación, automóviles y calidad del aire. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire>

Organización Mundial de la Salud (2021) Epi info. <https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/resources/EpiInfo/es/>

Ortega-Colomer, F. J., Molina-Morales, F. X. y Fernández de Lucio, I. (2016). Discussing the Concepts of Cluster and Industrial District. *Journal of technology management & innovation*, 11(2), 139–147. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242016000200014>

Peimbert, A. y Vizcarra, B. (2019). *Análisis morfológico del tejido urbano fundacional de Mexicali*. [10.5821/siiu.9122](https://doi.org/10.5821/siiu.9122)

Peralta, F. (2020) *Sustentabilidad y transporte desde un enfoque de jerarquización para la ciudad de Mexicali, Baja California*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102020000100215c

Peralta, F. y Ranfla A. (2016). Evaluación multicriterio en el transporte sustentable para una ciudad fronteriza México-USA. *Resultados de investigaciones- Proyección*, X-198-215 https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9184/2016-20-10.pdf

Preciado, K. (2011). Los imaginarios sociales sobre los objetos tecnológicos en la sociedad moderna El caso del automóvil en la Zona Metropolitana de Guadalajara. [Tesis de Maestría]. Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Occidente.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/2509/karla_preciado_Tesis.pdf?sequence=4&is

[Allowed=y](#)

Quintero-González, J. R. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. *Ambiente y Desarrollo*, 21(40), 57-72.

<https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.citm>

Quispe E. (2016) Propuesta de implementación de un sistema vial urbano en la zona sur de la ciudad de Puno. [Tesis de licenciatura]. *Pontificia Universidad Autónoma de Perú*.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/7613>

Salgado, S. S., De Lourdes, L. y Romero, M. L. G. (2016). Gestión participativa para mejorar las condiciones de accesibilidad urbana: La Hacienda, Puebla. *DOAJ: Directory of Open Access Journals - DOAJ*.

Sánchez, N. S. (2019). *Estudio de ingeniería de tránsito para mejora del eje vial Gral. Lázaro Cárdenas de Ciudad Victoria Tamaulipas*. Memorias del XXI concurso lasallista de investigación, desarrollo e innovación CLIDi.

Santos-Gómez, M. y Leyva, O. (2017). Patrones de viaje hacia el empleo en una ciudad fronteriza México – USA con sistemas de información geográfica: Mexicali. *Proyección* 21, XI, 190–

211. Estrella Valenzuela, G. y Ranfla González, A. (1996). Demografía y economía de una capital estatal. Mexicali, Baja California. *Estudios Fronterizos*, (37-38), 9–32.

<https://doi.org/10.21670/ref.1996.37-38.a01> González Reyes, P. J. (1994). Crecimiento industrial y riesgo urbano: El caso de Mexicali, Baja California. *Estudios Fronterizos*, (34), 9–29. <https://doi.org/10.21670/ref.1994.34.a01>



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, (2019), Manual de Calles: Diseño

Vial para ciudades Mexicanas. <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/manual-de-calles-diseno-vial-para-ciudades-mexicanas>

Secretaría de gobernación. (2022). *Ley general de movilidad y seguridad vial*. Diario

oficial de la federación. Recuperado 8 de junio de 2022, de

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5652187&fecha=17%2F05%2F2022&fbclid=IwAR3N8s6rgLfgaZoaZnRU50b4HmNGDzQPNQCMQcpynPiwVfbEJl0M1yY8850#gsc.tab=0

Secretaría de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Reordenación Territorial [SIDURT] (2022)

Respira. <http://www.sidue.gob.mx/doctos/respira/index.html>

Shandas, V., Skelhorn, C. y Ferwati, S. (2020). Urban adaptation to climate change.

Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26586-1>

Sistema Municipal De Transporte. (2022). *Ruta CETYS-Abasolo*. Rutas de transporte

público en Mexicali. Recuperado 8 de junio de 2022, de

<https://www.mexicali.gob.mx/24/simutra/abasolo.html>

Talavera-García, R. (2017). *Instrumentos de evaluación de la accesibilidad basados en la calidad de los entornos peatonales* [Tesis doctoral]. Universidad de Granada.

Texas Almanac (2018) EL PASO COUNTY <https://texasalmanac.com/topics/government/el-paso-county>

Transoportation Research Borad. (2000). *Highway Capacity Manual*. National Academy of Sciences.



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Universidad Autónoma de Baja California (2018) Trabajan UABC y gobierno del estado para mejorar movilidad en Mexicali. <http://imageninstitucional.uabc.mx/node/47424>

Wu, J. (2017) Analysis of Pedestrian Safety Using Micro-simulation and Driving Simulator . Electronic Theses and Dissertations, 2004-2019.
<https://stars.library.ucf.edu/etd/5508>

Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. Tabula Rasa, (28), 409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

Zumelzu, A., Barría, T., y Barrientos-Trinanes, M. (2020). Efectos de la forma urbana sobre la accesibilidad peatonal en abrrios del Sur de Chile.. *Arquiteturarevista*, 16(1), 1-22. <https://doi.org/10.4013/arq.2020.161.01>