



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**PROPUESTA DE CICLOVÍA ITSSMT - CEGRAC EN
SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA**

TESIS

Que para obtener el grado de:
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON OPCIÓN TERMINAL
EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE**

Presenta:

ING. JAVIER BLANCAS LÓPEZ

Asesor de tesis:

M.I. José Luis Stefanoni Minutti

Puebla, Pue.

Octubre, 2018



BUAP

OFICIO SIEP No. 0595/ 2017

ING. JAVIER BLANCAS LÓPEZ

Maestría en Ingeniería, opción terminal
Tránsito y Transporte.
Presente.

El suscrito M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de tema de tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **“PROPUESTA DE CICLOVÍA ITSSMT – CEGRAC EN SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA”**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal Tránsito y Transporte. Asignándose como asesor de tesis al M.I. José Luis Stefanoni Minutti.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“Pensar bien, para vivir mejor”

Puebla, Pue., a 30 de enero de 2017

M.I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ
Director de la Facultad de Ingeniería

C.c.p. M.I. José Luis Stefanoni Minutti. Asesor de tesis.

C.c.p. Archivo.

ABH/JCI/dsm.

Facultad
de Ingeniería

Bldv. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. ING 4, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610

M. I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, BUAP.
P R E S E N T E

POSTULANTE: ING. JAVIER BLANCAS LÓPEZ

EL SUSCRITO **M. I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI**, ASESOR DEL TEMA DE TESIS DENOMINADO "PROPUESTA DE CICLOVÍA ITSSMT - CEGRAC EN SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA", PRESENTADO POR EL **ING. JAVIER BLANCAS LÓPEZ**, POSTULANTE DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN TRANSITO Y TRANSPORTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y EN ATENCIÓN AL OFICIO No. **0595** DE FECHA 30 DE 01 DEL 2017, ME PERMITO INFORMAR A USTED QUE DESPUÉS DE HABER REVISADO LA TESIS CORRESPONDIENTE Y DE VERIFICAR QUE SE HAN ATENDIDO LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES DE CARÁCTER TÉCNICO Y DE EDICIÓN, NO EXISTE INCONVENIENTE ALGUNO EN AUTORIZAR LA IMPRESIÓN DE LA MISMA, LO QUE HAGO DE SU CONOCIMIENTO PARA LOS EFECTOS LEGALES A QUE HAYA LUGAR.

SIN OTRO PARTICULAR, RECIBA UN CORDIAL SALUDO.

ATENTAMENTE
H. PUEBLA DE ZARAGOZA, A 11 DE OCTUBRE DE 2018


M. I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI

C.c.p. Dr. Alejandro Bautista Hernández, Secretario de investigación y estudios de posgrados, de la Facultad de Ingeniería de la BUAP.

Mesa de Exámenes Profesionales.

Expediente/minutario.

Archivo

Dedicatoria

A Tania

*En el camino encuentras
personas que iluminan tu vida,
que con su apoyo y confianza
alcanzas de mejor manera tus objetivos,
a través de sus consejos,
motivación, y de su amor
ayudaron a concluir y lograr
esta meta de mí vida.*

Agradecimientos

A Dios por guiar de fe mi camino.

A mis padres por darme la mano y apoyo en las alegrías y adversidades, por educarme y formar la esencia de mi persona y por el amor más puro que siempre recibiré de ellos en mi vida.

A mi familia que está presente en mi vida, ha contribuido en mi desarrollo y siempre está conmigo.

A mi asesor de tesis por guiarme académicamente con su experiencia y profesionalismo.

A todos los docentes de la maestría por compartir sus conocimientos, su contribución es un pilar fundamental de mi aprendizaje.

A mis compañeros de maestría por formar parte de una buena etapa de madurez y crecimiento profesional.

A todos los amigos que siempre han confiado en este servidor.

A quienes con sus contribuciones dieron el enfoque y panorama del presente trabajo: Mtra. María Eva Muñoz Gutiérrez, Arq. Héctor Balandrán Díaz, Mtro. Jesús Contreras Hernández, Ing. Marco Antonio Escobedo Gutiérrez y Lic. Olga Margarita López Olvera.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	15
Justificación	17
Planteamiento del problema	18
Hipótesis	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos.....	19
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	21
1.1. Antecedentes de movilidad urbana en ciudades mexicanas.....	21
1.1.1. Problemáticas de la movilidad urbana	23
1.1.2. Tipos de transporte.....	26
1.1.3. La bicicleta y sus beneficios	29
1.1.4. Retos de la movilidad urbana	32
1.2. Antecedentes de la movilidad urbana en San Martín Texmelucan y su región.....	36
1.2.1. Historia	38
1.2.2. Ubicación geográfica	45
1.2.3. Población.....	49
1.3. Antecedentes, movilidad y accesibilidad del el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) y Centro Escolar General Manuel Ávila Camacho (CEGRAC).	52
1.3.1. Historia y fundación	54
1.3.2. Ubicación.....	55
1.3.3. Población estudiantil.....	59
2. HERRAMIENTAS PARA PROPUESTA DE CICLOVÍA ITSSMT – CEGRAC. 61	
2.1. Factores físicos, ambientales y urbanos	61
2.1.1. Características geométricas actuales	62
2.1.2. Clima	79
2.1.3. Orografía	81
2.1.4. Uso de suelo.....	85

2.1.4.1.	Zonificación primaria.....	87
2.1.4.2.	Zonificación secundaria.....	88
2.2.	Situación técnica actual de movilidad urbana	93
2.2.1.	Reglamentos actuales	94
2.2.2.	Proyectos de mejora existente.....	103
2.2.3.	Dificultades existentes	109
3.	ANÁLISIS DE LA INCURSIÓN DE CICLOVÍA ITSSMT – CEGRAC PARA LA MOVILIDAD URBANA DE ESTUDIANTES, COMO MEDIO DE TRANSPORTE ALTERNATIVO.	112
3.1.	Área de estudio	113
3.2.	Estudios de Transporte	115
3.2.1.	Encuesta Origen – Destino	116
3.2.2.	Inventario de rutas del transporte público	137
3.2.2.1.	Transporte foráneo	139
3.2.2.2.	Transporte urbano	142
3.2.3.	Estudio de ascensos y descensos y tiempo de recorrido.....	145
3.2.4.	Estudios de índice de ocupación y frecuencia de paso.....	155
3.3.	Inventario geométrico.....	167
3.4.	Estudios de Tránsito.....	173
3.4.1.	Aforo vehicular.....	174
3.4.2.	Aforo peatonal	180
3.4.3.	Fases Semafóricas.....	184
3.5.	Nivel de servicio	187
3.6.	Conteo ciclista	192
4.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLOVÍA ITSSMT – CEGRAC PARA LA MOVILIDAD DE ESTUDIANTES, COMO MEDIO DE TRANSPORTE ALTERNATIVO.	196
4.1.	Posibles Soluciones	198

4.2. Propuesta metodológica para el diseño y gestión de la ciclovía ITSSMT – CEGRAC.....	200
4.2.1. Parámetros de diseño.....	201
4.2.2. Redistribución del espacio geométrico actual	208
4.2.3. Gestión del municipio de San Martín Texmelucan	214
4.3. Solución de intermodalidad con servicio de transporte escolar.....	217
4.4. Solución con un diseño geométrico con curvas circulares horizontales.	219
4.5. Bici-Estacionamientos y préstamo de bicicletas públicas.....	220
4.6. Impactos en la propuesta de ciclovía	224
4.7. Implementación de una propuesta de red ciclista	225
CONCLUSIONES.....	227
RECOMENDACIONES.	230
REFERENCIAS.....	232

Índice de imágenes

IMAGEN NO. 1. BENEFICIOS DEL USO DE LA BICICLETA.	30
IMAGEN NO. 2. BICI-ESTACIONAMIENTOS EN ÁMSTERDAM.....	34
IMAGEN NO. 3. CAMINO REAL PUEBLA – MÉXICO.....	39
IMAGEN NO. 4. CAMINO REAL PUEBLA – MÉXICO.....	40
IMAGEN NO. 5 . CAMINO REAL PUEBLA – MÉXICO (PUENTE SAN MARTÍN, ACTUALMENTE DEL EMPERADOR).	42
IMAGEN NO. 6. INAUGURACIÓN DEL FERROCARRIL EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN.	44
IMAGEN NO. 7. FAMILIA EN EL CARRIL DE SAN MIGUEL EN LA DÉCADA DE LOS 40.	45
IMAGEN NO. 8. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA.	46
IMAGEN NO. 9. LÍMITES GEOGRÁFICOS DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA.....	47
IMAGEN NO. 10. CLIMAS DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA.....	48
IMAGEN NO. 11. POBLACIÓN DE LOS PRINCIPALES MUNICIPIOS DE PUEBLA.....	52
IMAGEN NO. 12. PROPUESTA DE DESARROLLO URBANO EN LA ZONA SUR-ESTE DEL MUNICIPIO EN 1984.....	53
IMAGEN NO. 13. INSTALACIONES PROVISIONALES DEL ITSSMT EN 1984.....	55
IMAGEN NO. 14. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL ITSSMT.	56
IMAGEN NO. 15. UBICACIÓN DEL ITSSMT.	57
IMAGEN NO. 16. DATOS DE LA UBICACIÓN DEL ITSSMT – CEGRAC.	58
IMAGEN NO. 17. PERFIL GENERAL DE LA UBICACIÓN DEL ITSSMT – CEGRAC.....	58
IMAGEN NO. 18. SECCIÓN LONGITUDINAL Y PERFIL TOPOGRÁFICO A – C (TRAMO 1).....	63
IMAGEN NO. 19. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO A).	65

IMAGEN No. 20. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO B).	65
IMAGEN No. 21. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO B´).	66
IMAGEN No. 22. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO C).	66
IMAGEN No. 23. SECCIÓN LONGITUDINAL Y PERFIL TOPOGRÁFICO C' – D (TRAMO 2).	67
IMAGEN No. 24. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO C´).	68
IMAGEN No. 25. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO D).	69
IMAGEN No. 26. SECCIÓN LONGITUDINAL Y PERFIL TOPOGRÁFICO D – I (TRAMO 3).	69
IMAGEN No. 27. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO D´).	71
IMAGEN No. 28. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO E).	71
IMAGEN No. 29. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO F).	72
IMAGEN No. 30. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO G).	72
IMAGEN No. 31. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO H).	73
IMAGEN No. 32. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO I).	73
IMAGEN No. 33. SECCIÓN LONGITUDINAL Y PERFIL TOPOGRÁFICO I' – K (TRAMO 4).	74
IMAGEN No. 34. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO I´).	75
IMAGEN No. 35. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO J).	75
IMAGEN No. 36. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO K).	76
IMAGEN No. 37. SECCIÓN LONGITUDINAL Y PERFIL TOPOGRÁFICO K" – M (TRAMO 5).	76
IMAGEN No. 38. IMAGEN No. 37. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO K").	77
IMAGEN No. 39. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO L).	78
IMAGEN No. 40. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS ACTUALES (PUNTO M).	78
IMAGEN No. 41. PERFIL TOPOGRÁFICO Y RECORRIDO HORIZONTAL (PRIMERA SECCIÓN).	82
IMAGEN No. 42. PERFIL TOPOGRÁFICO Y RECORRIDO HORIZONTAL (SEGUNDA SECCIÓN).	83
IMAGEN No. 43. PERFIL TOPOGRÁFICO Y RECORRIDO HORIZONTAL (TERCERA SECCIÓN).	83
IMAGEN No. 44. PERFIL TOPOGRÁFICO Y RECORRIDO HORIZONTAL (CUARTA SECCIÓN).	84
IMAGEN No. 45. USOS DE SUELO DEL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN.	86
IMAGEN No. 46. USOS DE SUELO ESTABLECIDO EN EL PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN.	91
IMAGEN No. 47. USOS DE SUELO ESTABLECIDO EN EL PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN.	92
IMAGEN No. 48. USUARIO DE BICI PUEBLA.	93
IMAGEN No. 49. ETAPAS DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA IMAGEN URBANA EN SAN MARTÍN TEXMELUCAN.	105
IMAGEN No. 50. RESULTADO DE LA 1RA. ETAPA (CALLE MORELOS ORIENTE) DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA IMAGEN URBANA.	106
IMAGEN No. 51. RESULTADO DE LA 2DA. ETAPA (CALLE BENITO JUÁREZ) DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA IMAGEN URBANA.	106
IMAGEN No. 52. RESULTADO DE LA 1RA. ETAPA (CALLE HIDALGO) DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA IMAGEN URBANA.	107
IMAGEN No. 53. PROPUESTAS PARA ESTABLECER PARADEROS DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN EL MUNICIPIO.	108
IMAGEN No. 54. COMERCIO INFORMAL EN CALLE 16 DE SEPTIEMBRE.	110
IMAGEN No. 55. COMERCIO INFORMAL EN CALLE 16 DE SEPTIEMBRE.	111
IMAGEN No. 56. VISTA DEL ÁREA DE ESTUDIO.	114
IMAGEN No. 57. ENCUESTA PRESENCIAL ORIGEN – DESTINO.	117
IMAGEN No. 58. ENCUESTA EN LÍNEA (FACEBOOK) ORIGEN – DESTINO.	118

IMAGEN No. 59. TIEMPO Y DISPOSITIVO EN EOD – FACEBOOK.	119
IMAGEN No. 60. LUGAR DE PROCEDENCIA DE LOS ENCUESTADOS.	122
IMAGEN No. 61. LUGAR DE PROCEDENCIA DE LOS ENCUESTADOS.	122
IMAGEN No. 62. LUGAR DE PROCEDENCIA DE LOS ENCUESTADOS.	123
IMAGEN No. 63. UBICACIÓN DE PARADAS P1 Y P2.....	147
IMAGEN No. 64. UBICACIÓN DE PARADAS P2 Y P3.....	147
IMAGEN No. 65. UBICACIÓN DE PARADAS P3 Y P4.....	147
IMAGEN No. 66. UBICACIÓN DE PARADAS P4, P5 Y P6.....	148
IMAGEN No. 67. UBICACIÓN DE PARADAS P5, P6 Y P7.....	148
IMAGEN No. 68. UBICACIÓN DE PARADAS P7 Y P8.....	148
IMAGEN No. 69. UBICACIÓN DE PARADAS P8 Y P9.....	149
IMAGEN No. 70. UBICACIÓN DE PARADAS P9, P10 Y P11.....	149
IMAGEN No. 71. UBICACIÓN DE PARADAS P11 Y P12.....	149
IMAGEN No. 72. ESTUDIOS DE ÍNDICE DE OCUPACIÓN Y FRECUENCIA DE PASO DESDE LA ESTACIÓN MUESTRA.....	156
IMAGEN No. 73. VISTA SUPERIOR CON ESTILO SOMBREADO DE LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES ALBINO LABASTIDA Y SAN DAMIÁN.....	168
IMAGEN No. 74. VISTA NORTE – ESTE CON ESTILO REALISTA DE LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES ALBINO LABASTIDA Y SAN DAMIÁN.....	169
IMAGEN No. 75. VISTA SUR – OESTE CON ESTILO REALISTA DE LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES ALBINO LABASTIDA Y SAN DAMIÁN.....	170
IMAGEN No. 76. PLANO DE INVENTARIO GEOMÉTRICO VIAL DE LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES ALBINO LABASTIDA Y SAN DAMIÁN.....	172
IMAGEN No. 77. AFORO EN LA INTERSECCIÓN DEL BVARD. XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.....	176
IMAGEN No. 78. CROQUIS DE LOS PUNTOS DEL AFORO EN LA EN LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD. XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.....	176
IMAGEN No. 79. CROQUIS DE LOS PUNTOS DEL AFORO PEATONAL EN LA EN LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.....	182
IMAGEN No. 80. CROQUIS CON DATOS DEL VOLUMEN TOTAL DEL PERIODO DE ESTUDIO Y SU VHMD, EN LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.....	183
IMAGEN No. 81. CROQUIS DEL LEVANTAMIENTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD (SEMÁFOROS), EN LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.....	185
IMAGEN No. 82. CROQUIS DE LOS DATOS DE CAMPO DEL HCM 2000.....	189
IMAGEN No. 83. PUNTO DE CONTEO CICLISTA EN LA CALLE SAN DAMIÁN.....	194
IMAGEN No. 84. CARACTERÍSTICAS DE LA BICICLETA DE MONTAÑA QUE SE UTILIZARÁN EN LOS PARÁMETROS DE CRITERIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CICLOVÍA.....	203
IMAGEN No. 85. CARACTERÍSTICAS DE LA BICICLETA URBANA QUE SE UTILIZARÁN EN LOS PARÁMETROS DE CRITERIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CICLOVÍA.....	204
IMAGEN No. 86. ESPACIO LIBRE NECESARIO SUGERIDO PARA EL USO DE LA BICICLETA.	205
IMAGEN No. 87. DISTANCIA SUGERIDA ENTRE LA BICICLETA Y EL AUTOMÓVIL.	206
IMAGEN No. 88. SECCIÓN LONGITUDINAL Y PERFIL TOPOGRÁFICO DE LOS ÚLTIMOS 500 METROS DE RUTA.....	218
IMAGEN No. 89. SECCIÓN CON CURVAS HORIZONTALES PARA ABATIR LA PENDIENTE CRÍTICA.	219

IMAGEN No. 90. BICI-ESTACIONAMIENTOS CUBIERTOS CONTRA EL AIRE LIBRE.	221
IMAGEN No. 91. UBICACIÓN DE SISTEMA DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS PÚBLICAS CON BICI-ESTACIONAMIENTOS.	223

Índice de gráficas

GRÁFICA No. 1. KILÓMETROS RECORRIDOS TOTALES POR EL PARQUE VEHICULAR DE MÉXICO, 1990-2010.	37
GRÁFICA No. 2. INCREMENTO POBLACIONAL POR DÉCADA EN SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA.	49
GRÁFICA No. 3. POBLACIÓN TOTAL DEL ESTADO DE PUEBLA DESDE 1950.	50
GRÁFICA No. 4. POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUE. DESDE 1950.	51
GRÁFICA No. 5. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN ESCOLAR DEL CEGRAC.	59
GRÁFICA No. 6. POBLACIÓN ESCOLAR DEL ITSSMT.	60
GRÁFICA No. 7. DATOS DE TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL MEDIANTE LA APLICACIÓN: EXTRACTOR RÁPIDO DE INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA (ERIC).	79
GRÁFICA No. 8. DATOS DE TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL MEDIANTE LA APLICACIÓN: EXTRACTOR RÁPIDO DE INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA (ERIC).	80
GRÁFICA No. 9. DATOS DE PRECIPITACIÓN MENSUAL MEDIANTE LA APLICACIÓN: EXTRACTOR RÁPIDO DE INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA (ERIC).	80
GRÁFICA No. 10. PARTICIPACIÓN POR GÉNERO DE LA ENCUESTA.	119
GRÁFICA No. 11. TIEMPO QUE INVIERTEN LAS PERSONAS QUE ESTUDIAN O TRABAJAN EN EL ITSSMT o CEGRAC.	120
GRÁFICA No. 12. DINERO QUE INVIERTEN LAS PERSONAS QUE ESTUDIAN O TRABAJAN EN EL ITSSMT o CEGRAC.	124
GRÁFICA No. 13. MODO DE TRANSPORTE QUE UTILIZAN LAS PERSONAS QUE ESTUDIAN O TRABAJAN EN EL ITSSMT o CEGRAC.	125
GRÁFICA No. 14. PERIODICIDAD EN QUE UTILIZAN EL TRANSPORTE PÚBLICO LAS PERSONAS QUE ESTUDIAN O TRABAJAN EN EL ITSSMT o CEGRAC.	126
GRÁFICA No. 15. PERIODICIDAD EN QUE UTILIZAN EL AUTO PRIVADO LAS PERSONAS QUE ESTUDIAN O TRABAJAN EN EL ITSSMT o CEGRAC.	127
GRÁFICA No. 16. PERIODICIDAD EN QUE UTILIZAN LA BICICLETA LAS PERSONAS QUE ESTUDIAN O TRABAJAN EN EL ITSSMT o CEGRAC.	127
GRÁFICA No. 17. RAZONES POR LAS CUALES NO UTILIZAN LA BICICLETA LAS PERSONAS QUE ESTUDIAN O TRABAJAN EN EL ITSSMT o CEGRAC.	129
GRÁFICA No. 18. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS, PARA UTILIZAR LA BICICLETA SI A SU ENTORNO SE LE INCORPORAN PROPUESTAS DE MEJORA (CONDICIONES FÍSICAS ÓPTIMAS).	130
GRÁFICA No. 19. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS, PARA UTILIZAR LA BICICLETA SI A SU ENTORNO SE LE INCORPORAN PROPUESTAS DE MEJORA (CONDICIONES FÍSICAS OPTIMAS).	131
GRÁFICA No. 20. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS, PARA UTILIZAR LA BICICLETA SI A SU ENTORNO SE LE INCORPORAN PROPUESTAS DE MEJORA (PRÉSTAMO GRATUITO DE BICICLETAS Y BICI-ESTACIONES).	132

GRÁFICA No. 21. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS, PARA UTILIZAR LA BICICLETA SI A SU ENTORNO SE LE INCORPORAN PROPUESTAS DE MEJORA (PRÉSTAMO GRATUITO DE BICICLETAS Y BICI-ESTACIONES).	133
GRÁFICA No. 22. PERCEPCIÓN DESPUÉS DE PROPONER CONDICIONES DE MEJORA Y APOYO, PARA EL USO DE BICICLETA A LOS USUARIOS QUE CONSIDERAN LA DISTANCIA COMO FACTOR NEGATIVO.....	135
GRÁFICA No. 23. PERCEPCIÓN DESPUÉS DE PROPONER CONDICIONES DE MEJORA Y APOYO, PARA EL USO DE BICICLETA A LOS USUARIOS QUE CONSIDERAN INSEGURO CIRCULAR EN BICICLETA.	136
GRÁFICA No. 24. PERCEPCIÓN DESPUÉS DE PROPONER CONDICIONES DE MEJORA Y APOYO, PARA EL USO DE BICICLETA A LOS USUARIOS QUE CONSIDERAN NO TENER BUENA CONDICIÓN FÍSICA.....	137
GRÁFICA No. 25. POLÍGONO DE CARGA DEL ESTUDIO DE ASCENSO Y DESCENSO A LAS 07:00 AM, HORA DE ENTRADA DE LOS USUARIOS DEL ITSSMT – CEGRAC.	150
GRÁFICA No. 26. POLÍGONO DE CARGA DEL ESTUDIO DE ASCENSO Y DESCENSO A LAS 09:00 AM, HORA DE ENTRADA DE LOS USUARIOS DEL ITSSMT – CEGRAC.	151
GRÁFICA No. 27. POLÍGONO DE CARGA DEL ESTUDIO DE ASCENSO Y DESCENSO A LAS 02:00 PM, HORA DE ENTRADA DE LOS USUARIOS DEL ITSSMT – CEGRAC.	153
GRÁFICA No. 28. POLÍGONO DE CARGA DEL ESTUDIO DE ASCENSO Y DESCENSO A LAS 06:00 PM, HORA DE ENTRADA DE LOS USUARIOS DEL ITSSMT – CEGRAC.	154
GRÁFICA No. 29. POLÍGONO DE CARGA POR AFORO DE OCUPACIÓN VISUAL DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR, CON DIRECCIÓN AL ITSSMT – CEGRAC.	158
GRÁFICA No. 30. POLÍGONO DE CARGA POR AFORO DE OCUPACIÓN VISUAL DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR, CON DIRECCIÓN A SAN MARTÍN TEXMELUCAN (CENTRO – PARADA ASTA BANDERA).....	159
GRÁFICA No. 31. POLÍGONO DE FRECUENCIA DE PASO DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR DE LA RUTA 17, CON DIRECCIÓN AL ITSSMT – CEGRAC.....	162
GRÁFICA No. 32. POLÍGONO DE FRECUENCIA DE PASO DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR DE LA RUTA 17, CON DIRECCIÓN A SMT (CENTRO – ASTA BANDERA).	163
GRÁFICA No. 33. POLÍGONO DE FRECUENCIA DE PASO DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR DE LA RUTA AMARILLA, CON DIRECCIÓN AL ITSSMT – CEGRAC.	164
GRÁFICA No. 34. POLÍGONO DE FRECUENCIA DE PASO DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR DE LA RUTA AMARILLA, CON DIRECCIÓN A SMT (CENTRO – ASTA BANDERA).....	165
GRÁFICA No. 35. COMPARATIVA DE OCUPACIÓN VS FRECUENCIA DE PASO DEL SERVICIO DEL TRANSPORTE ESCOLAR, EN DIRECCIÓN AL ITSSMT – CEGRAC.	166
GRÁFICA No. 36. COMPARATIVA DE OCUPACIÓN VS FRECUENCIA DE PASO DEL SERVICIO DEL TRANSPORTE ESCOLAR, EN DIRECCIÓN A SMT (CENTRO – ASTA BANDERA).....	166
GRÁFICA No. 37. POLÍGONO DE CARGA DE VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO CADA 15 MINUTOS, EN LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD. XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.	177
GRÁFICA No. 38. POLÍGONO DE CARGA DE VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO CADA HORA, EN LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD. XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.	178
GRÁFICA No. 39. POLÍGONO DE LOS VOLÚMENES PEATONALES DE TODOS LOS MOVIMIENTOS, EN LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD. XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.	182

GRÁFICA No. 40. VOLÚMENES DE USUARIOS QUE USAN BICICLETA EN LA CALLE SAN DAMIÁN	195
GRÁFICA No. 41. COMPARATIVA DEL USO DE LA BICICLETA RESPECTO AL VOLUMEN TOTAL ..	195

Índice de tablas

TABLA No. 1. CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS TIPOS DE TRANSPORTE.	27
TABLA No. 2. KVR TOTALES EN DISTINTAS ZONAS METROPOLITANAS DE MÉXICO Y TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL, 1990-2010.	38
TABLA No. 3. PRINCIPALES ELEVACIONES DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA.	47
TABLA No. 4. DATOS DE LA UBICACIÓN DEL ITSSMT – CEGRAC.	57
TABLA No. 5. USO DE SUELO DEL MUNICIPIO.	85
TABLA No. 6. ZONIFICACIÓN PRIMARIA.	88
TABLA No. 7. ZONIFICACIÓN SECUNDARIA.	89
TABLA No. 8. INVENTARIO DE RUTAS DEL TRANSPORTE PÚBLICO FORÁNEO.	141
TABLA No. 9. INVENTARIO DE RUTAS DEL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO Y SUBURBANO.	143
TABLA No. 10. PARADAS ESTABLECIDAS DE ACUERDO A PUNTOS DE CONCENTRACIÓN.	146
TABLA No. 11. ÍNDICE DE OCUPACIÓN EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA (HMD).	161
TABLA No. 12. INDICADORES DE DIAGNÓSTICO DEL INVENTARIO GEOMÉTRICO VIAL DE LA CALLE SAN DAMIÁN	170
TABLA No. 13. INDICADORES DE DIAGNÓSTICO DEL INVENTARIO GEOMÉTRICO VIAL DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL.	171
TABLA No. 14. TIEMPOS POR FASE Y MOVIMIENTOS DIRECCIONALES DE LOS SEMÁFOROS DE LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.	186
TABLA No. 15. NIVELES DE SERVICIO PARA LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS.	188
TABLA No. 16. DATOS DE CAMPO DEL HCM 2000 DE LA INTERSECCIÓN DE ESTUDIO.	190
TABLA No. 17. DATOS FINALES PARA LA OBTENCIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO RESPECTO AL HCM 2000, DE LA INTERSECCIÓN DEL BOULEVARD XICOTÉNCATL Y LAS CALLES SAN DAMIÁN Y LABASTIDA.	192
TABLA No. 18. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO A (SITUACIÓN ACTUAL).	209
TABLA No. 19. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO A (SITUACIÓN DESEABLE).	209
TABLA No. 20. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO B (SITUACIÓN ACTUAL).	209
TABLA No. 21. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO B (SITUACIÓN DESEABLE).	210
TABLA No. 22. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO C (SITUACIÓN ACTUAL).	210
TABLA No. 23. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO C (SITUACIÓN DESEABLE).	210
TABLA No. 24. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO C' (SITUACIÓN ACTUAL).	211

TABLA No. 25. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO C' (SITUACIÓN DESEABLE).....	211
TABLA No. 26. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO E (SITUACIÓN ACTUAL).....	211
TABLA No. 27. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO F (SITUACIÓN ACTUAL).....	212
TABLA No. 28. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO G (SITUACIÓN ACTUAL).....	212
TABLA No. 29. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO H (SITUACIÓN ACTUAL).....	212
TABLA No. 30. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DEL PUNTO I (SITUACIÓN ACTUAL).....	213
TABLA No. 31. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DE LOS PUNTOS E, F, G, H, I (SITUACIÓN DESEABLE).	213
TABLA No. 32. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DE LOS PUNTOS J, K (SITUACIÓN ACTUAL).....	213
TABLA No. 33. REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO GEOMÉTRICO ACTUAL DE LOS PUNTOS J, K. (SITUACIÓN DESEABLE).	214
TABLA No. 34. PENDIENTES MÁXIMAS EN FUNCIÓN DE SU LONGITUD.....	217

INTRODUCCIÓN.

La presente investigación refiere a la forma actual en que la movilidad urbana interviene para dar beneficio a una ciudad, debido a la ineficiente función que existe para lograr y mantener un desarrollo urbano y económico óptimo. Nuestra base de propuesta será la movilidad urbana en bicicleta la cual se puede definir como un importante eslabón dentro de la cadena para generar ciudades sostenibles, competitivas y con calidad de vida.

Resulta indispensable introducir en la ciudad de San Martín Texmelucan, un beneficio específico a la comunidad que acude al ITSSMT – CEGGRAC como parte de la labor urbana, partiendo de criterios que comiencen a reducir las externalidades negativas causados al medio ambiente y a la sociedad dentro del funcionamiento de una ciudad. La característica de la investigación generará el estudio y análisis para la implementación de una infraestructura de movilidad en bicicleta, la cual será el principal planteamiento en la zona de desarrollo urbano del norte del municipio.

La investigación de esta problemática de movilidad urbana dentro de la ciudad de San Martín Texmelucan, se realizó por el interés de poder proponer una solución de uso de la bicicleta, en una zona concurrida de estudiantes a los cuales atraerá una eficiente accesibilidad, junto a los beneficios de sociales, ambientales, de salud y económicos a diferencia de otros modos de transportes.

El interés surge después de conocer a la población activa que diariamente utiliza transporte público escolar, los cuales muchas veces sus traslados les resultan inseguros, ineficientes y poco constantes. En un esquema general, el poder demostrar que una acción promoverá un impacto de beneficio ante la sociedad, su resultado se ve plasmado en su crecimiento y extensión dentro de la ciudad de San Martín Texmelucan. En el ámbito profesional, la movilidad urbana sustentable, desprende el interés por ser un medio por el cual se puede contribuir en las decisiones responsable del impacto social a beneficio de un mejor entorno.

La metodología empleada en la presente investigación fue a través de los estudios de tránsito y transporte, los cuales aportan la tendencia y situación de movilidad actual dentro del área de estudio. Estos fueron plasmados a través de los estudios de campo, en los cuales se pudieron establecer las condiciones viales, geométricas, de velocidad, niveles de servicio y conocimiento de la demanda del uso del transporte.

Muchas aportaciones fueron contribuidas de las entrevistas, investigación del entorno social, del conocimiento de los factores físicos que contribuyen con características específicas, pero principalmente a las entrevistas de origen destino (EOD), en donde se estableció la opinión de preferencias declaradas y reveladas entre los encuestados, de ahí surge el análisis para poder demostrar la hipótesis establecida a proponer una infraestructura para el uso de la bicicleta.

La finalidad del desarrollo del presente trabajo, será analizar la propuesta de una ruta de ciclovía principalmente a los estudiantes que acuden al ITSSMT – CEGRAC, poder diferenciar los beneficios que generaran entre las condiciones actuales y así contrastar con ideas erróneas que en las últimas décadas ha perjudicado a la movilidad urbana de la ciudad de San Martín Texmelucan.

En resumen, la distribución de los diversos temas en la estructura del trabajo se definirá con el capítulo 1, en donde se realiza el planteamiento de los antecedentes de la movilidad urbana en las ciudades mexicanas y en el municipio de San Martín Texmelucan para finalmente centrarse en la zona de estudio donde se encuentran ubicados el ITSSMT y el CEGRAC. En el capítulo 2 se plantean las herramientas con las que el entorno cuenta, analizando los factores físicos, ambientales urbanos y la situación técnica actual en la zona de estudio. En el capítulo 3 se analizan los estudios correspondientes de tránsito y transporte para saber el comportamiento de los usuarios. Finalmente, en el capítulo 4 se estableció la viabilidad de la propuesta de ciclovía ITSSMT – CEGRAC para mejorar las condiciones de movilidad urbana actual.

Justificación

Todos los días tenemos que trasladarnos ya sea por estudios, trabajo o simplemente por recreación. La movilidad es un aspecto fundamental para la ciudadanía, ya que el desarrollo óptimo de las labores diarias depende en gran medida, de la facilidad de trasladarse de un lugar a otro.

El uso del vehículo privado ha traído graves consecuencias, como perder hasta 5 años de nuestra vida en el tráfico, accidentes viales, obesidad, contaminación, pérdida económica y mala calidad de vida. Por eso, se requieren propuestas encaminadas a hacer de las ciudades espacios seguros para caminar, pedalear y donde el transporte público sea de calidad.

Las calles de nuestros padres y abuelos eran espacios de encuentro entre las personas que caminaban por ellas, ahora se han convertido en espacios inseguros, donde ya no se ven niños jugando, ni adultos charlando. El uso excesivo del vehículo privado (para necesidades que podrían solucionarse de otra manera) conlleva el deterioro ambiental y social de las ciudades.

En los últimos años, el uso de la bicicleta se ha convertido en una opción para los usuarios de las vías para transportarse en las ciudades de nuestro país debido a diversos factores como el bajo costo que representa adquirir una bicicleta o la afiliación a un sistema de bicicletas compartidas, el nulo gasto en combustibles fósiles y, principalmente, una reducción significativa del tiempo de traslado en recorridos menores a 8 kilómetros, beneficios que se suman al impacto a la salud de los ciclistas, disminuyendo los efectos de una vida sedentaria como las enfermedades cardiovasculares.

El uso de la bicicleta como medio de transporte no sólo ofrece beneficios en lo particular a los usuarios en cuestión del tiempo que invierten para trasladarse de un lugar a otro, el costo que ello significa o su estado de salud, sino que también

representa beneficios en lo general a todos los usuarios de las vías, ya que su inclusión en el sistema vial obliga a la toma de decisiones en favor de un mejor ordenamiento territorial, apegados a un desarrollo urbano amigable, incluyente y sustentable.

Cabe destacar que muchas veces, la gente percibe el progreso con la creación de más infraestructura para automóviles (construcción de pasos elevados, deprimidos, distribuidores, etc.). Además, la sociedad actual relaciona los automóviles con un buen estatus social. Para cambiar esta percepción, se requiere un cambio de cómo pensamos sobre el vehículo particular y de hábitos sobre cómo nos movemos.

En ese sentido, en el presente trabajo se hace un estudio de movilidad urbana en beneficio de un sector importante de estudiantes de San Martín Texmelucan Pue., para la implementación de una propuesta de ciclovía segura, cómoda, funcional y que incrementé la calidad de vida de todos los ciudadanos.

Planteamiento del problema

En la actualidad la movilidad en las ciudades mexicanas es insuficiente para mantener un desarrollo urbano y económico óptimo. Es necesario incorporar modos de transporte de tracción humana como la bicicleta, para ser un importante eslabón de generación de ciudades sostenibles, competitivas y con calidad de vida.

El Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT por sus siglas) es una institución de educación superior pública para el desarrollo en la región, que alberga a jóvenes estudiantes muchos de ellos con bajos recursos económicos, de los cuales en un porcentaje alto durante su formación profesional tienden a desertar de sus estudios debido a los gastos generados como costos de traslado. Esto ha llevado a preguntarme *¿Los estudiantes estarían dispuestos a*

cambiar su modo de transporte, si hubiese una alternativa que tenga un espacio seguro y gratuito promoviendo la actividad física, la movilidad sustentable y apoyando la economía de sus usuarios?

Hipótesis

Demostrar que la solución en la problemática de falta de actividad física, de alternativas de una movilidad sustentable y de aumento en gastos de traslado a los estudiantes del ITSSMT; debe estar orientado como un programa de promover el acceso a la universidad en bicicleta, implementando una ciclovía segura, con áreas de estacionamiento de bicicletas, con centros de préstamos gratuitos, trazada a nivel, con un diseño geométrico adecuado, interconectada en otros puntos atractores como el Centro Escolar General Manuel Ávila Camacho (CEGRAC por sus siglas) y las unidades deportivas Bicentenario y San Damián.

Objetivo General

Proponer una alternativa en la diversidad de modos de transporte que mitigue problemas de tránsito, ambientales y de salud que provocan los medios de transporte convencionales; para de esta manera aportar en la mejora de calidad de vida, apoyo económico e implemento de ciudades sostenibles y competitivas.

Objetivos Específicos

- Presentar un diagnóstico general e histórico de la movilidad en las ciudades mexicanas con sus problemas, retos y alternativas de beneficios para visualizar su entorno actual.
- Presentar un esquema histórico del desarrollo de la movilidad en San Martín Texmelucan, su impacto geográfico y social para señalar parámetros que influyen dentro del municipio y su región.

- Señalar la importancia de la implementación de un proyecto de movilidad, con el fin de indicar la población estudiantil beneficiada para el desarrollo de sostenibilidad urbana.
- Presentar las características y factores que intervienen en la movilidad urbana del ITSSMT y del CEGRAC, con el fin de ubicar el entorno que participa en ella.
- Diagnosticar el entorno de proyectos existentes para obtener ventajas y dificultades al revisar el plan de movilidad que se está ejecutando en el municipio.
- Desarrollar estrategias intermodales, para generar planes y estrategias integrales en estudiantes y obtener información de indicadores de movilidad, principalmente demanda de viajes generados y atraídos en dichas zonas educativas.
- Analizar la movilidad de la zona de influencia de estudiantes previamente identificada, para proponer soluciones al proyecto y lograr una movilidad más eficaz, segura y comprometida con el medio ambiente.
- Proponer las posibles soluciones, para plantear la propuesta considerando los parámetros a utilizar para la viabilidad de la movilidad de los estudiantes del ITSSMT - CEGRAC.
- Establecer soluciones complementarias para hacer del uso de la bicicleta un modo de transporte atractivo.
- Analizar el impacto de la ciclovía y plantear la propuesta de red ciclista para conectar futuras rutas y así mejorar la movilidad urbana del municipio.

1. ANTECEDENTES GENERALES.

1.1. Antecedentes de movilidad urbana en ciudades mexicanas

En México de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 mostró que el 76.8% de las localidades tiene más de 2,500 habitantes, con un 23.2% que son menores a esta cifra. Se puede percibir que esta tendencia ha ido creciendo en las últimas décadas, si hacemos una comparativa de este crecimiento podemos notar que de 1940 a 1990 se duplicó la cantidad de personas que vivían en comunidades mayores a esta cantidad de habitantes (35.1% y 71.3%, respectivamente).

Esta situación ha creado grandes aglomeraciones como en la Ciudad de México, en la que la movilidad tiene grandes desafíos para el desplazamiento de la población. De acuerdo al ITDP en su Tomo I del *Manual de ciclo ciudades (2011)*, hace referencia que según datos del CTS México – Banco Mundial (2009), solo el 24.59% del total de viajes en el país se realizan en automóvil y el 72% de los autos en circulación transportan únicamente a 1.3 personas en promedio. El grueso de los viajes a nivel nacional sigue realizándose principalmente en transporte público (49.48%) y en segundo lugar en transporte no motorizado (25.93%).

La movilidad actual en las ciudades mexicanas es ineficiente para lograr y mantener un desarrollo urbano y económico óptimo. En México, el manejo incorrecto del uso de suelo y la falta de congruencia en los flujos de transporte han tenido como resultado ciudades difusas, saturadas de vehículos, contaminadas y ruidosas.

De acuerdo al Banco de Desarrollo de América Latina CAF, en su publicación *Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad (2010)*, hace referencia a que las ciudades se configuran en los lugares donde las personas viven, trabajan y desarrollan una serie de actividades, ya sea dentro o fuera de los hogares. Las actividades realizadas fuera de las casas demandan el uso de formas

diferentes de desplazamiento: caminata, transporte mecanizado (bicicleta) o motorizado (autobuses, motocicletas, automóviles, ferrocarriles y metro).

En México el principal reto de los gobiernos es alcanzar un desarrollo óptimo que promueva una alta calidad de vida para los habitantes. En este tenor, la movilidad integral en las ciudades significa uno de los elementos principales para alcanzar dichos estándares. La falta de eficacia tanto de la movilidad como la accesibilidad urbana son ámbitos que están arriesgando la economía de las ciudades y que requieren, de forma urgente y firme, ser enfocadas hacia la sostenibilidad. Debido a esto, en México se requiere introducir criterios que permitan reducir los perjuicios causados al medio ambiente y a la población asociados a la manera en que nos trasladamos de un lugar a otro.

El ITDP, en la publicación de Salvador Medina Ramírez *La importancia de reducción del uso del automóvil en México. Tendencias de motorización, del uso del automóvil y de sus impactos (2012)*, indica que las estimaciones recientes señalan una tendencia alarmante de incremento del uso del automóvil en las últimas dos décadas, ya que los kilómetros recorridos por los automóviles del país (KVR – Kilómetros–Vehículo Recorridos) prácticamente se han triplicado al pasar de los 106 millones KVR en 1990 a los 339 millones KVR en 2010 (Medina, 2012).

Este crecimiento, dada las condiciones de transporte público y de desarrollo urbano, conlleva que la movilidad urbana sea tan ineficiente que no sólo no contribuya al desarrollo económico del país, sino que afecta a la calidad de vida de sus habitantes, debido a los serios costos que genera y que no son cubiertos por quienes los generan.

De acuerdo a la publicación *Las soluciones tradicionales y la movilidad urbana alternativa (Lozada 2010)*, establece que la movilidad urbana se basó de la implementación de un servicio de transporte urbano escaso, ineficiente y una sobremotorización a base de un parque automotor anticuado, en mal estado y

altamente contaminante, además el Banco Mundial (BM) enfatiza que México a nivel nacional tiene más de 40 ciudades con datos superiores a 500 mil habitantes presentando condiciones de movilidad urbana negativamente reflejada en el ambiente de congestión vial, altos niveles de saturación vial e índices de motorización.

Las ciudades de México deberían orientarse y priorizar las infraestructuras y equipamientos de verdaderos sistemas de movilidad eficientes, contemplando aquellos sistemas de transporte no motorizado sostenibles impulsando el uso de la bicicleta como medio de transporte urbano alternativo para los desplazamientos. La necesidad de incorporar en la movilidad el uso de la bicicleta generaría un importante eslabón dentro de la cadena para generar ciudades sostenibles, competitivas y con calidad de vida.

1.1.1. Problemáticas de la movilidad urbana

Lograr la transformación hacia ciudades saludables, equitativas, competitivas y sostenibles está directamente relacionado a renunciar al modelo actual urbano de desarrollo que fomenta el uso indiscriminado del automóvil. Actualmente, México tiene una tasa de motorización de 9.6% anual, la que supera la tasa demográfica de 1.26% en el país (CTS México, 2009 y CONAPO, 2006). Cada vez hay más automóviles que niños, lo cual trae consigo consecuencias sociales, económicas y ambientales de alto impacto que arriesgan la competitividad y la calidad de vida de los habitantes de las ciudades mexicanas.

Las calles en el siglo pasado, eran espacios de encuentro entre las personas que caminaban por ellas, en la actualidad se han convertido en espacios inseguros. El uso excesivo del vehículo privado (para necesidades que podrían solucionarse de otra manera) conlleva el deterioro ambiental y social del municipio.

El ITDP menciona en su publicación *Transformando la movilidad urbana en México (2012)* que actualmente en México, la manera de transportarse incluye diversas modalidades, pero el uso excesivo del automóvil está revirtiendo los beneficios económicos y sociales de habitar en una ciudad. Esto conlleva que la movilidad urbana sea tan ineficiente que provoque serios costos económicos, sociales y ambientales asociados al uso desmedido del automóvil. Se estima que las pérdidas económicas derivadas de las externalidades negativas por el uso excesivo del automóvil representan en promedio el 4% del PIB de 5 áreas metropolitanas del país, que concentran al 42% de la población urbana del país (Medina, 2012). La perspectiva futura en nuestro país es que esta situación se agrave ante el continuo crecimiento del parque vehicular, que pasó de 7 millones en 1990, a 22 millones en 2010, y se espera que llegue entre 60 – 70 millones en el año 2030 (CTS-INE, 2010).

El crecimiento de las zonas urbanas se ha dado de una forma dispersa, disconexa y expansiva, fragmentando el espacio urbano y aumentando las distancias y tiempos de traslado de manera que en los últimos 30 años el área de las ciudades, se ha expandido 7.6 veces de 1980 a 2010, mientras que la población sólo se ha incrementado 1.9 veces, significando una disminución de la densidad de la población del 75%.

El modelo de movilidad que ha acompañado a este proceso de crecimiento urbano es claramente insostenible. Este crecimiento normalmente se acompaña de un mayor nivel de congestión vehicular y de todas las externalidades asociadas. Esta tendencia implica un aumento de todos los impactos negativos generados por el automóvil, sobre todo en seis grandes rubros: gases de efecto invernadero, contaminación, obesidad, accidentes, congestión y ruido.

El ITDP en su publicación *Hacia una Estrategia Nacional Integral de Movilidad Urbana* hace mención que nuestro país pierde anualmente 14,000 vidas por contaminación atmosférica, 24,000 por accidentes de tránsito y un número

todavía poco documentado por falta de actividad física (enfermedades cardiovasculares y diabetes). Sin ir más lejos, en 5 grandes zonas metropolitanas del país se estimó que este costo es de cerca del 4% del PIB de esas ciudades, es decir unos \$173,000 millones de pesos cada año.

Los desplazamientos y la congestión significan un problema de la movilidad urbana ya que diariamente, millones de personas invierten tiempo valioso trasladándose; la duración de los viajes está vinculada directamente con el bienestar y el rendimiento laboral de los ciudadanos. La mayoría de los casos suelen ser periodos mayores a una hora, debido a la congestión vial y a la dispersión urbana.

En integración social y equidad las consecuencias de una movilidad orientada al automóvil afectan a las familias de escasos recursos, quienes destinan hasta el 52% de su ingreso para la transportación diaria (SEDESOL, 2007).

La seguridad vial es otra problemática de movilidad urbana, tan solo en México los accidentes de tránsito se encuentran dentro de las principales causas de mortalidad de nuestro país. A nivel nacional, es la sexta causa de muerte; en el grupo poblacional entre 5 y 29 años de edad, ocupa el primer lugar (Secretaría de Salud Federal, 2012).

En Salud actualmente, México ocupa el primer lugar en índices de sobrepeso. El índice nacional de sobrepeso y obesidad en niños de 5 a 11 años es de alrededor de 26% (tres de cada diez niños) y el de adolescentes es de uno de cada tres. Esto causado por los largos tiempos de traslado y sedentarismo.

En medio ambiente y energía en las ciudades mexicanas, el transporte es la fuente principal de emisiones contaminantes, con el 75% del volumen total de las emisiones a la atmósfera; principalmente las relativas a CO (98%), NOx (68%) y HC (54%), siendo los vehículos particulares los principales emisores de las mismas (SEMARNAT, 2006).

1.1.2. Tipos de transporte

El transporte es un medio de traslado de personas o bienes desde un lugar hasta otro. Al definir la estrategia de transporte no solo se deben tomar en cuenta los medios y recursos necesarios para la movilización, sino que se debe determinar cuáles son las posibilidades reales y cuáles las alternativas para la entrega de la asistencia. Esto quiere decir, además, que no se trata solamente de llevar los suministros de cualquier manera y cuando sea, sino que el reto consiste en hacerlos llegar de manera pronta y segura.

Los tipos o medios de transporte para los desplazamientos de la población se basan en diversas modalidades ya sean aéreas, terrestres o de vías navegables. Estas diversas vías y medios de transporte tienen características y requerimientos diferentes que reflejan ventajas y desventajas de acuerdo a la situación particular de la operación y que van desde sus costos hasta sus capacidades.

No siempre se tendrá los recursos necesarios para pagar el transporte ideal o, dicho de otra manera, el transporte ideal no siempre estará disponible o bien las condiciones de acceso a la zona no permitirán el uso de un determinado tipo de transporte, aunque se cuente con él. Por esta razón, el reto consiste no solamente en determinar las necesidades, sino también las posibilidades reales y las alternativas.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de las características, ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de transporte no incluyendo a los mecánicos (bicicleta) que forman parte también del transporte terrestre no motorizado (ver tabla No. 1):

Tabla No. 1. Características, ventajas e inconvenientes de los tipos de transporte.

Transporte	Características	Ventajas	Inconvenientes
Aéreo (aviones)	Utilizado usualmente cuando los suministros se necesitan con gran urgencia o cuando el acceso a las zonas afectadas no permite el uso de otro medio de transporte.	<ul style="list-style-type: none"> - Rápido y confiable - Permite cubrir zonas ubicadas a gran distancia - Facilita una mayor aproximación a las zonas de operación 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo - Dependiendo del tamaño de la nave disponible, la capacidad de volumen de carga puede ser reducida. - Susceptible a las condiciones meteorológicas - Requieren espacio amplio y con ciertas condiciones para el aterrizaje y despegue - Requieren combustibles especiales.
Aéreo (helicópteros)	Es mucho más versátil que los aviones.	<ul style="list-style-type: none"> - Pueden acceder a zonas difíciles 	<ul style="list-style-type: none"> - Por lo general tienen poca capacidad de carga
Terrestres (caminos y carreteras)	Su utilización depende sobre todo de las condiciones de tránsito (físicas y de seguridad) de las rutas de acceso a los puntos de entrega.	<ul style="list-style-type: none"> - Sumamente flexible - Económico y mayor disponibilidad (es más fácil encontrar camiones y automóviles, que otro tipo de vehículo) - Dado que es tan asequible, la capacidad de carga se multiplica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las rutas pueden estar en muy malas condiciones o no existir. - El desplazamiento por caminos en zonas críticas o de conflicto puede ser peligroso (ataques, asaltos, etc.)
Terrestre (ferroviario)	Su utilización depende de la existencia de línea férrea y la condición de ésta.	<ul style="list-style-type: none"> - Gran capacidad de carga pesada 	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuente incomodidad para carga y descarga de suministros en

Transporte	Características	Ventajas	Inconvenientes
		<ul style="list-style-type: none"> - Los costos de operación son por lo general bastante bajos 	<ul style="list-style-type: none"> - los patios ferroviarios o en las estaciones - Necesidad de utilizar otro transporte para trasbordar la carga hasta el sitio de almacenamiento o el lugar de operaciones.
Marítimo	Se utiliza mayormente para la importación y obviamente se requiere acceso a un puerto o muelle para recibir la carga.	<ul style="list-style-type: none"> - Gran capacidad de carga - Económico 	<ul style="list-style-type: none"> - Lento - Necesidad de otro medio de transporte para el trasiego hasta el sitio de almacenamiento o el lugar de operaciones.
Fluvial	Útil para abastecer comunidades ribereñas en cantidades moderadas de suministros, o para la movilización en caso de inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo de operación - Permiten acceso a zonas difíciles para otros transportes 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca capacidad de carga dependiendo del tamaño de la embarcación - Su utilización depende del tamaño y características del río o la vía navegable
Humano y Animal	Es una solución para cargas pequeñas por lo general en áreas remotas o donde no hay posibilidad de transporte motorizado.	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo de operación - Permiten acceso a zonas difíciles 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca capacidad de carga - Lento

Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

En este trabajo se hará referencia principalmente en el uso de la bicicleta el cual se categoriza en transportes no motorizados y para fines de comparación al transporte terrestre el cuál se divide en las siguientes categorías: tren, metro, automóvil particular, autobús, BRT, entre otros.

1.1.3. La bicicleta y sus beneficios

La bicicleta es uno de los inventos más interesantes e innovadores de todos los tiempos; es un símbolo de libertad y un sistema técnico, eficiente y fiable de transporte. La bicicleta nació como una inquietud intelectual de inventores que deseaban fabricar una máquina de tracción humana. El diseño actual de la bicicleta comenzó a desarrollarse a finales del siglo XIX en Europa, pasando por distintos modelos a los que se le fueron haciendo mejoras.

La bicicleta es un vehículo que históricamente se ha utilizado con tres finalidades específicas: recreación, deporte y transporte. Las dos primeras funciones son explícitas y ampliamente aceptadas por la población en general. Sin embargo, en el contexto actual, el uso de la bicicleta como modo de transporte ha obtenido, por lo general, una connotación negativa.

La bicicleta responde, en gran medida, al desafío de crear ciudades con calidad de vida. Impulsar el uso de la bicicleta en México otorga la posibilidad de transformar nuestras ciudades en sitios de alta competitividad. En la imagen No. 1 muestra algunos beneficios del uso de la bicicleta.

Actualmente, solo el 1% de los mexicanos en las ciudades aprovechan los beneficios de la movilidad en bicicleta, por necesidad o por convicción. Promover los recorridos en bicicleta es un reto, pero más que nada, es una oportunidad.

Debemos facilitar a los mexicanos la opción de cambiar los autos particulares por la bicicleta para llegar al trabajo, a la escuela a la universidad o para ir de

compras. La transformación puede darte a través del fomento de una cultura ciclista, la intervención en la infraestructura vial y basándose en una estrategia que implemente la bicicleta como complemento para el sistema de transporte urbano actual.

Imagen No. 1. Beneficios del uso de la bicicleta.



Fuente: Beneficios.de.info, mayo 2018.

Con respecto a la movilidad la bicicleta es el modo de transporte más rápido y eficiente para hacer viajes de hasta cinco kilómetros, con velocidad promedio de 16.4 Km/hr, comparado con la velocidad promedio de otros medios de transporte, como la de un auto en hora pico que es de 15 Km/h. Inclusive, la velocidad de la bicicleta es competitiva con la del transporte público en distancias cortas; hasta los cinco kilómetros, la cadena ~caminar–esperar–autobús–caminar~ suele tomar más tiempo que usar la bicicleta de puerta a puerta.

En el tema de integración social y equidad, la bicicleta incrementa la posibilidad de equidad social. Para empezar, viajar en bicicleta es gratuito, así que es el vehículo más económico; adquirir una bicicleta tiene un costo menor al 2% del

precio de un automóvil semi-compacto. Además, ahorra todos los gastos de impuestos de un auto particular, el seguro, la gasolina y los servicios.

La bicicleta promueve la equidad y la seguridad pública en las calles. Permite hacer un mejor uso del espacio vial, una bicicleta en circulación requiere únicamente 3 m², mientras que un auto requiere 60 m² (ITDP, 2010). La circulación y el estacionamiento de bicicletas necesita una superficie mucho menor que la de los automóviles.

La bicicleta es un medio para avanzar en temas de seguridad vial, según datos de ITDP (2010), en ciudades en las que durante las últimas tres décadas ha aumentado significativamente el porcentaje de viajes en bicicleta, los índices de mortalidad por accidentes viales se han reducido de manera contundente.

Otro beneficio se ve reflejado en temas de salud, ya que la mayoría de los viajes se realizan sin implicar actividad física, lo que contribuye a los altos niveles de sobrepeso y obesidad, y reduce la expectativa de vida de la población hasta 10 años (Whitlock et al., 2009). El impacto de utilizar bicicleta como estilo de vida cotidiano brinda a la población una oportunidad de vida más larga y saludable.

En temas de medio ambiente y energía, un cambio modal del transporte motorizado individual a la bicicleta resulta en beneficios ambientales, especialmente en cuanto a la calidad del aire. Contrario a la percepción generalizada de que andar en bicicleta aumenta la exposición personal a contaminantes, se ha comprobado que un ciclista respira hasta dos veces menos partículas PM_{2.5} que un automovilista (Taylor Fergusson, 1997).

Además de reducir los niveles de contaminación del aire y la exposición individual a contaminantes, la bicicleta es un transporte silencioso, que contribuye a reducir la contaminación por ruido. No depende del petróleo y tiene una eficiencia energética superior a todos los modos de transporte motorizados.

El derecho a moverse con facilidad por la ciudad debe universalizarse y no reservarse únicamente para los que disponen de un vehículo privado. La bicicleta ofrece la posibilidad de disponer de una alternativa eficiente de transporte, accesible para cualquier ciudadano sin discriminación por su nivel socioeconómico.

Reconocer a la bicicleta como un modelo de transporte urbano, con todas sus características, es indispensable para el éxito de una política pública que fomente su utilización. Históricamente, la bicicleta ha representado un símbolo de libertad, por lo que es indispensable regresarle este significado y su connotación.

1.1.4. Retos de la movilidad urbana

La movilidad urbana, demanda una necesidad para las personas, en acceder a bienes y servicios, que de no existir la movilidad se vería muy disminuida. Un fuerte reto es implementar los corredores de transporte masivo o los sistemas de bicicleta pública, por ejemplo, donde hay demanda de movilidad es uno de los requisitos básicos para el éxito de los proyectos en términos de eficiencia y costo-beneficio.

Es altamente recomendable establecer criterios de diseño, zonificación y planeación urbana en función de la capacidad de una zona para la movilidad sustentable, dirigido a aumentar los viajes en transporte público y no motorizado, hacer eficiente el uso de energía y a reducir las externalidades negativas.

Datos de la publicación del ITDP *Hacia una estrategia nacional integral de movilidad urbana (2013)*, menciona que el 48% de la energía que se consume en México se utiliza para mover mercancías y personas, y la combustión de gasolina en el transporte hace que este sector sea la segunda fuente de emisiones de gases de efecto invernadero del país y una de las principales causas de contaminación atmosférica.

El crecimiento disperso y sin conectividad tiene altos costos ambientales para el país, no solo en emisiones de gases de efecto invernadero sino en ecosistemas, hábitats y agua. Promover la vivienda nueva dentro de las áreas urbanas es una estrategia clave.

La política nacional de movilidad urbana sustentable debe vincular y coordinar tres sectores: el ambiental, el de transporte y el de desarrollo urbano. Las tres instituciones líderes en estos sectores, las Secretarías de Recursos Naturales (SEMARNAT), de Comunicaciones y Transportes (SCT) y de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) deberán trabajar coordinadamente de manera que los objetivos de crecimiento bajo en carbono, infraestructura y desarrollo urbano y vivienda sean congruentes, se alineen los instrumentos financieros, regulatorios y de planeación, y se genere una sinergia entre los programas a fin de reducir lo más rápido posible la brecha que nos separa de los escenarios ideales.

Promover la implementación de sistemas integrados de transporte público en las zonas metropolitanas y ciudades medias, que incorporen rutas troncales, auxiliares y alimentadoras en lugar de corredores aislados, en un plan a corto, mediano y largo plazo.

Diseñar los proyectos de transporte masivo de manera que se priorice la calidad del viaje puerta a puerta de los usuarios, garantizando el más alto estándar de conectividad, nivel de servicio, cobertura y accesibilidad en el sistema de transporte completo, incluyendo la integración con los proyectos de transporte interurbano.

Complementar los sistemas de transporte masivo con proyectos específicos de accesibilidad peatonal, rediseño de operación y renovación de los sistemas de alimentación, sistemas de bicicletas públicas de acceso a estaciones, calles completas en las vías de acceso a estaciones y sistemas de gestión del

estacionamiento en vía pública. En la imagen No. 2 se muestra el alcance que ha logrado Ámsterdam con respecto al uso de la bicicleta.

Imagen No. 2. Bici-Estacionamientos en Ámsterdam.



Fuente: Becycle, mayo 2010.

Crear un Programa Federal de Movilidad Urbana, que complemente y amplíe el actual Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo hacia el apoyo de proyectos específicos de movilidad peatonal, en bicicleta, gestión de la demanda de los viajes y calidad del espacio público, con el fin de crear una movilidad urbana sustentable.

Garantizar que los proyectos de transporte masivo respondan adecuadamente a la demanda estimada, y cumplan con altos estándares de calidad en operación, infraestructura, diseños de estaciones, información al usuario, integración, accesibilidad, modelo de negocio y gestión institucional.

Establecer mecanismos de financiamiento federal para la movilidad urbana sustentable que apoye financiera y técnicamente a los gobiernos locales que quieran implementar proyectos de movilidad peatonal y en bicicleta, así como acciones para la gestión de la demanda, buscando que sean visibles, exitosos y de alta calidad para que puedan ser replicables en el resto del país.

Establecer normas cada vez más exigentes de eficiencia energética para vehículos, actualizar los estándares de verificación vehicular en los programas existentes y ampliar su aplicación a nivel nacional, definir un programa nacional de chatarrización de automóviles particulares y unidades de transporte público obsoletas, e incorporar a estos últimos a los programas existentes, de manera que se otorguen créditos de manera prioritaria a las flotas que se acojan a programas federales de transporte masivo, y se enfoquen los apoyos donde más beneficio acumulado generan.

Formalizar la obligatoriedad de desarrollar Planes Integrales de Movilidad en las zonas metropolitanas del país, de manera que cualquier proyecto de transporte financiado con fondos federales esté incorporado en una estrategia urbana integral y responda a la visión de ciudad acordada por sus habitantes.

Garantizar que todo proyecto de movilidad urbana financiado con fondos federales sea parte de un plan de desarrollo urbano a lo largo del corredor y especialmente alrededor de estaciones. Con el fin de potenciar la demanda del sistema a la vez que reduzca la longitud de los viajes, lo que garantizaría la sostenibilidad (económica y ambiental) del mismo. A esto se le conoce como Desarrollo Orientado al Transporte.

Establecer un programa de financiamiento conjunto para la inclusión del suelo, infraestructura y operación de transporte, de manera que se establezcan estrategias de captura de valor, es decir, que se conjunte una bolsa que complementen y cofinancien los proyectos de transporte masivo.

Impulsar asociaciones público privadas especialmente en el mantenimiento y operación de los corredores y estaciones de transporte, garantizando un alto nivel de servicio, y reduciendo el riesgo para las partes a través de controles, reglas de operación y contratos transparentes y adecuados.

1.2. Antecedentes de la movilidad urbana en San Martín Texmelucan y su región.

En ciudades como Puebla cuyo proceso de crecimiento territorial ha desbordado los límites de las fronteras municipales uno de los problemas mayores de su funcionamiento se refiere a las necesidades de traslado diario de miles de personas desde su lugar de residencia hasta sus centros de trabajo, estudio o para satisfacer sus necesidades de abastecimiento de bienes y servicios incluida la recreación, entre otras actividades que cotidianamente se realizan en la urbe.

Tradicionalmente estas necesidades se han resuelto utilizando diversos medios de transporte, motorizado y no motorizado a través de los cuales se producen estos traslados utilizando para ello la infraestructura vial disponible. Desde principios del siglo XX la influencia regional de la ciudad obligó a pensar en un transporte de mediano alcance que permitiera resolver los traslados a los centros de producción y abasto de carácter regional utilizándose para ello los llamados tranvías, de mulas y de gasolina.

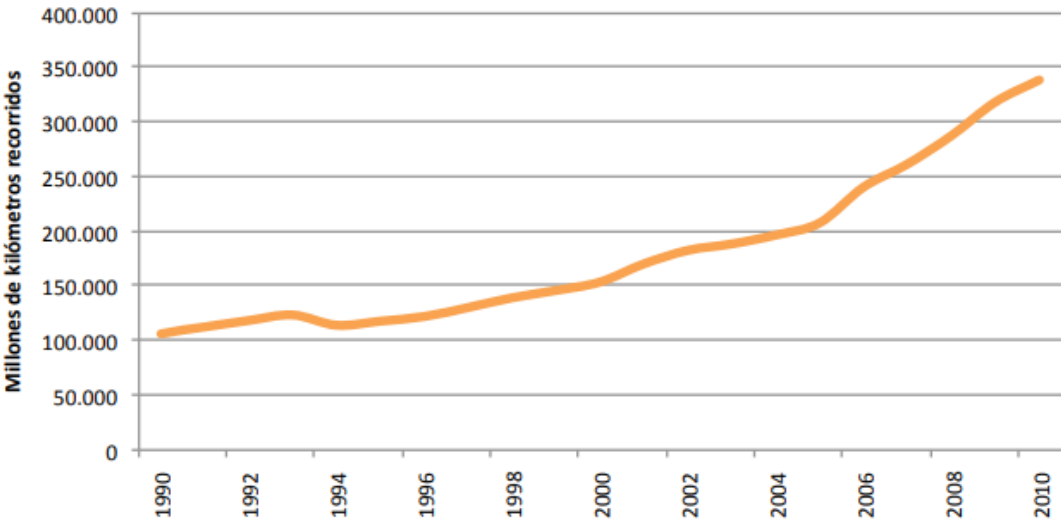
Destacan en las soluciones empleadas a principios del siglo XX el uso de los entonces modernos medios de transporte particularmente el ferrocarril, y los tranvías que utilizaban distintos medios de locomoción, mulas, gasolina y energía eléctrica y que teniendo como punto de origen la ciudad de Puebla circulaban hacia los centros fabriles de la época como la Constanza, el Triunfo, la Covadonga, Mayorazgo o incluso hasta la fábrica el Valor en el vecino estado de Tlaxcala.

Con el desarrollo de la ciudad durante la segunda mitad del siglo XX, la falta de conectividad de las vialidades de los desarrollos nuevos y la concentración de los principales servicios y equipamientos en el centro de la ciudad hasta finales de la década de los setenta, fomentó que el centro urbano se convirtiera en paso necesario de los viajes entre diferentes sectores de la Ciudad. El transporte público,

por su parte, siguió la misma lógica llevando a la mayoría de las rutas al centro urbano y a atravesarlo por casi todas las calles.

Durante las dos últimas décadas ha habido una tendencia alarmante en el incremento del uso del automóvil. Los kilómetros – vehículo recorridos (KVR) prácticamente se han triplicado al pasar de 106 millones en 1990, a 339 millones en 2010, como se muestra en la gráfica No. 1.

Gráfica No. 1. Kilómetros recorridos totales por el parque vehicular de México, 1990-2010.



Fuente: ITDP, elaborado con datos de INEGI, octubre 2012.

Esta tendencia implica un aumento de todos los impactos negativos generados por el automóvil (contaminación, accidentes, enfermedades, congestión, etcétera). El mayor incremento absoluto de KVR lo tiene la zona metropolitana del Valle de México (ZMVM), que ha pasado de los 30 millones de kilómetros recorridos en 1990 a 84 millones en 2010. Lo que significa un crecimiento del 5.3% por año, mientras que la población aumentó a tasas del 1.29% anualmente.

Muchas ciudades del país tienen un mayor crecimiento relativo del uso del automóvil que la ZMVM (véase tabla No. 2), lo que significa que los serios problemas que se padecen en la ciudad de México se están replicando por toda la nación.

Tabla No. 2. KVR totales en distintas zonas metropolitanas de México y tasa de crecimiento media anual, 1990-2010.

ZONA METROPOLITANA	KVR 1990 (millones de km)	KVR 2010 (millones de km)	TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL
ZM Querétaro	468	2,803	9.4
ZM Monterrey	2,823	15,335	8.8
ZM Aguascalientes	549	2,942	8.8
ZM León	571	3,018	8.7
ZM Veracruz	436	2,042	8.0
ZM Chihuahua	59	273	8.0
ZM Tuxtla	561	2,533	7.8
ZM Guadalajara	4,278	18,976	7.7
ZM Tijuana	1,523	5,663	6.8
ZM Puebla – Tlaxcala	1,809	6,210	6.4
ZM Mexicali	1,730	5,821	6.3
ZM Valle de México	29,991	84,552	5.3

Fuente: Medina, 2012.

Abordar de manera integral esta problemática supone una acción decidida del sector público que permita enfrentar eficazmente ambas dimensiones del problema promoviendo un uso más eficiente del territorio con acciones de renovación urbana y reorganización de la ciudad interior y con verdaderos programas de modernización de la oferta de transporte público; privilegiando el uso de otros medios no contaminantes y favoreciendo el desarrollo de equipamientos y servicios de manera equilibrada en todo el territorio metropolitano en general y municipal en particular.

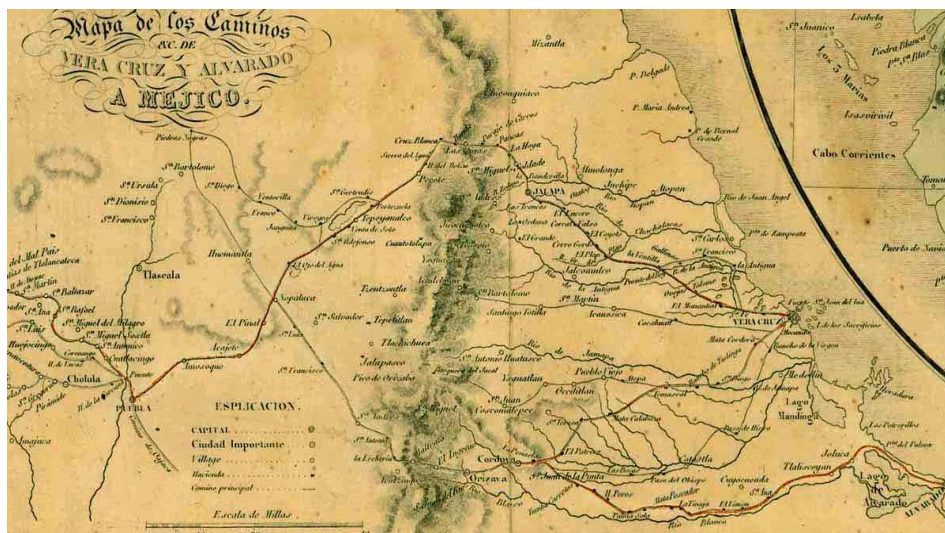
1.2.1. Historia

El valle de Texmelucan es conocido con ese nombre desde la época colonial, se sabe que la región del Valle de Texmelucan pertenecía a la jurisdicción de Huejotzingo, siendo este muy extenso en territorio. Se ubica en la enorme área cultural denominada Mesoamérica, la cual se distingue de elementos culturales comunes de los diversos pueblos y establece las diferencias en otras culturas de nuestro continente. Una característica se basa en torno al comercio desarrollado

con base en mercados especializados y transporte de mercancías a grandes distancias a cargo de comerciantes.

Durante la conquista y la colonización española en las primeras décadas no produjeron cambios sobresalientes, aunque se propició la fundación de nuevos pueblos en las zonas antes deshabitadas. Hasta esa época debe situarse el inicio de la población de lugares como San Salvador el Verde y San Martín Texmelucan derivado de esa conectividad se estableció el Camino Real Puebla – México (ver imagen No.3), que originó un centro de actividad española en el valle de Texmelucan.

Imagen No. 3. Camino Real Puebla – México

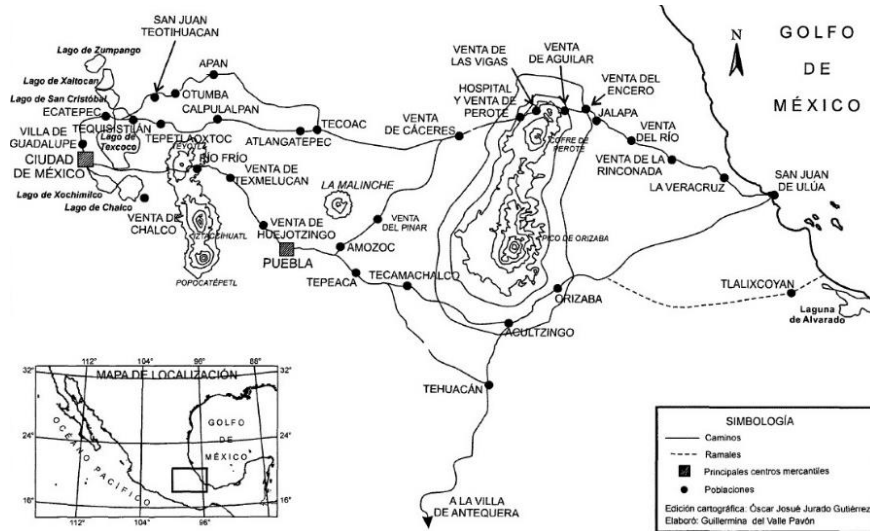


Fuente: Archivo Histórico de San Martín Texmelucan, junio 2018.

Varios pueblos nuevos habían surgido hasta el final del siglo XVI, sobre todo en la región de San Martín Texmelucan, en el que pronto vivían españoles, labradores de la región. En esta expansión de la propiedad española también juega un papel importante la ubicación de los terrenos con respecto a las vías de comunicación, así como su distancia de los centros españoles de población. Las primeras vías de comunicación, y por mucho tiempo las más importantes, fueron los caminos reales de México – Cholula (posteriormente México-Puebla, como se ve en

la imagen No.4) que transcurrían a través del paso de Cortés y el de Río Frío. En la ruta de este último se fueron los poblados de San Salvador el Verde y el nuevo Huejotzingo.

Imagen No. 4. Camino Real Puebla – México



Fuente: Archivo Histórico de San Martín Texmelucan, junio 2018.

Después surgió el Pueblo de San Martín Texmelucan en el punto donde el camino real Río Frío – Tlaxcala, trazado posteriormente, cruza con el Río Atoyac. Durante las últimas décadas del siglo XVI se formó una red de caminos de importancia secundaria cuyo núcleo fueron las poblaciones antes mencionadas.

Con la fundación de la ciudad de Puebla y la apertura de su camino real, se autorizó desviar el camino de Veracruz a México con el objetivo de atravesar la nueva ciudad. Además, el camino de Veracruz a México cruzaba por Tlaxcala y resultaba más gravoso por lo que la propuesta de desviación resultó más corta en su tránsito por las regiones más llanas, y mejor provistas de agua, despobladas y abrigadas, facilitó que los españoles se fijaran en las condiciones territoriales, y decidieran poblar las regiones en donde se encontraba San Martín Texmelucan.

A partir de 1580 varios españoles se comienzan a asentar y expandir siempre tomando como referencia las orillas del camino real. Entonces, San Martín

Texmelucan se fundó en 1596 por órdenes del Rey, ejecutada por el Virrey Don Gaspar de Zúñiga y Acevedo. Su fundación dio origen y la oportunidad de disponer un mercado local, donde podrían comprar y vender las mercancías que circulaban por el camino real.

Se ignora por que el poblado recibió el nombre que aún lleva, pero se puede aventurar que, como el pueblo se fundó a las orillas del camino real, y considerando que éste lo transitaban comerciantes y viajeros, tal vez hayan sido ellos quienes pusieran el nombre en honor de San Martín Caballero, Obispo de Tours, venerado por los turistas, viajeros y comerciantes.

Con la participación de los religiosos se inició la reorganización del pueblo, se trazó una plaza (tianguis) y se procuró que las calles se alinearan. Con pocos trabajos se logró, hasta cierto punto, un trazo reticular con calles de la misma anchura y cierta orientación aceptable. Lo único incorregible fue la calle que conformaba el camino real (la actual Avenida Libertad), pues quedó con las sinuosidades que tuvo desde el principio y que rompen con el trazado de los religiosos.

Durante todo el siglo XVIII, San Martín se consolidó como un pueblo de paso y descanso obligado, como una región de excelentes condiciones físicas, productor de grandes cantidades de trigo, maíz y cebada. Con estas características Texmelucan recibió al siglo XIX, en el cual se convierte en una de las poblaciones más importantes de Puebla y México.

Desde su fundación hasta la mitad del siglo XIX se sabe que San Martín Texmelucan fue un pueblo de paso de viajeros y punto estratégico que unía a las Ciudades de México y Puebla, además de ser un punto de tránsito de tropas, como de carros, diligencias y de una multitud de transeúntes a pie y caballo.

Para 1867 después de derrumbarse el segundo imperio y restaurarse la república, el gobierno asignó grandes cantidades de dinero para reparar las redes

de carreteras, durante 1868 y 1869. En el camino real México–Veracruz se hicieron las reparaciones necesarias por ser la vía de mayor tránsito a pesar de su accidentada geografía; el tramo México–Puebla a su paso por San Martín fue reparado, considerando la importancia que éste tenía por ser la vía de entrada o de salida de la capital mexicana. Aunque este camino era el más importante medio para llegar a Veracruz, el principal puerto del Golfo de México, estuvo casi en abandono por algún tiempo.

El camino había sufrido cortaduras, provocada desde la llegada de los franceses y con las cuales se intentó entorpecer la marcha de su ejército. Se dotó de herramientas y otros materiales de reparación, se cubrieron los hoyos, se abrieron desagües, se instalaron rampas, se restauró el Puente de Texmelucan (ver imagen No. 5) y se repusieron por completo calzadas. Con esta importante obra de restauración, se abrió en su totalidad el tránsito de carruajes, carretas y diligencias que transportaban las mercancías que llegaban a México desde el sur del país o saliendo hacia la misma región.

Imagen No. 5 . Camino Real Puebla – México (puente San Martín, actualmente del emperador).



Fuente: Archivo Histórico de San Martín Texmelucan, junio 2018.

El reabrir caminos facilitó la reactivación económica del área de Texmelucan. Los hacendados aseguraron el transporte de los productos agrícolas de la región y la ciudad de San Martín Texmelucan siguió brindando aprovisionamiento y descanso a los innumerables comerciantes que transitaban la ruta.

Respecto del sector de comunicaciones, el ferrocarril se introdujo durante el inicio del Porfiriato. El ingeniero Mariano Téllez Pizarro presentó un proyecto para construir ocho ramales que alimentaran de carga y pasajeros la línea principal del Ferrocarril Mexicano. Además de contribuir a la prosperidad del primer ferrocarril del país, las pequeñas líneas propuestas estimularían las economías de las poblaciones contiguas a la línea principal, en cuyas viejas carreteras había disminuido el tráfico debido a la incesante competencia del ferrocarril. Los ramales propuestos eran los siguientes: San Andrés Chalchicomula, Rinconada–Tecamachalco, San Marcos–San Juan de los Llanos, Puebla–Izúcar de Matamoros, Santa Ana–San Martín Texmelucan, Omestuco–Pachuca, Tepexpan–Texcoco, Esperanza–Tehuacán.

La línea proyectada para San Martín Texmelucan se ajustó al proyecto de otorgamiento de concesiones a empresas particulares, nacionales o extranjeras. El trayecto inicial previsto iba desde San Martín Texmelucan hasta un punto del Ferrocarril Mexicano situado entre Santa Ana y Panzacola. El ancho de vía se preveía en 1.435 metros. Posteriormente se modificó la ruta: desde San Martín hasta Puebla. Con un total de 37.3 kilómetros de camino férreo entre Puebla y Texmelucan el 16 de septiembre de 1882 se inauguró esta ruta.

Las primeras consecuencias sociales y económicas de la introducción del ferrocarril en Texmelucan fueron la aproximación económica entre la capital poblana y el distrito de Huejotzingo; el acercamiento en tiempos y costos entre poblaciones que anteriormente parecían lejanas; con esto se impulsó para hacer de la ciudad de San Martín el centro de actividades mercantiles de la región. Ver imagen No. 6.

Imagen No. 6. Inauguración del ferrocarril en el municipio de San Martín Texmelucan.



Fuente: Archivo Histórico de San Martín Texmelucan, junio 2018.

La introducción del ferrocarril en la zona del valle de Texmelucan favoreció la economía y la región circundante resultó estimulada. El transporte de pasajeros y mercancías estaba asegurado en rapidez y economía por el Ferrocarril Interoceánico. La economía de la ciudad de Texmelucan, se vio favorecida con la política de Díaz reflejado en el mejoramiento y ampliación de las vías de comunicación (carreteras, redes ferroviarias) dio lugar a un nuevo periodo de crecimiento de la industria poblana (Flores 1993).

Hacia 1935 Texmelucan comenzó a recuperarse de los efectos de la crisis provocados por el movimiento de revolución mexicana, las familias comenzaron a vivir una estabilidad la cual se reflejó en las diversas actividades productivas. Durante 1935 -1950 destacaban la naciente industria manufacturera principalmente la industria textil, fue la más fortalecida e impulsada, además de manufactureras tradicionales como los hilados y tejidos de algodón. Otra fuerte productiva y laboral eran los cuatro molinos con mucha producción en la región destinados a la producción de harinas y sus esquilmos ya que en San Martín Texmelucan se destacaba por ser una zona productora de excelentes trigos.

Con esta estabilidad las personas que trabajaban tanto en fábricas, haciendas o en los molinos, principalmente se desplazaban para su actividad laboral y comercial a través del uso de la bicicleta, la cual ejercía una importancia por su facilidad de uso dentro de la región (ver imagen No. 7).

Imagen No. 7. Familia en el carril de San Miguel en la década de los 40.



Fuente: Archivo Histórico de San Martín Texmelucan, junio 2018.

Durante 1960-1980 se incorporan nuevos elementos en el espacio geográfico, que daría un giro a las comunicaciones y transportes del país, siendo Texmelucan un centro de importancia para estos fines. La autopista México-Puebla 150-D o Autopista 5 de mayo de 1862, la cual fue inaugurada en 1962. Esta apertura se constituyó proyectando la movilidad conforme se tenía visualizado en aquellos momentos con el impulso de infraestructura para atender diferentes servicios productivos y de comunicación.

1.2.2. Ubicación geográfica

El estado de Puebla, situado en la porción centro-oriental de la República Mexicana, abarca una superficie de 34,017.04 km², representa el 1.7% de la superficie del país; se localiza al norte 20°50'24", al sur 17°51'39" de latitud norte; al este 96°43'29", al

oeste 99°04'14" de longitud oeste. De los 217 municipios que integran la entidad, destaca el de San Martín Texmelucan, el cual ha experimentado un crecimiento económico de suma importancia a partir de los años setenta, por su intensidad actividad agrícola, comercial e industrial se ha convertido en los municipios de principal polo de desarrollo estatal.

El municipio de San Martín Texmelucan se encuentra al noroeste de la capital del estado a una distancia de 32 km. de la ciudad de Puebla, 95 km. de la ciudad de México y 23 km. de la ciudad de Tlaxcala de Xicohtécatl y posee un territorio de 71.45 km², que representan el 0.21% de la superficie del estado (ver imagen No. 8).

Imagen No. 8. Ubicación geográfica de San Martín Texmelucan, Puebla.

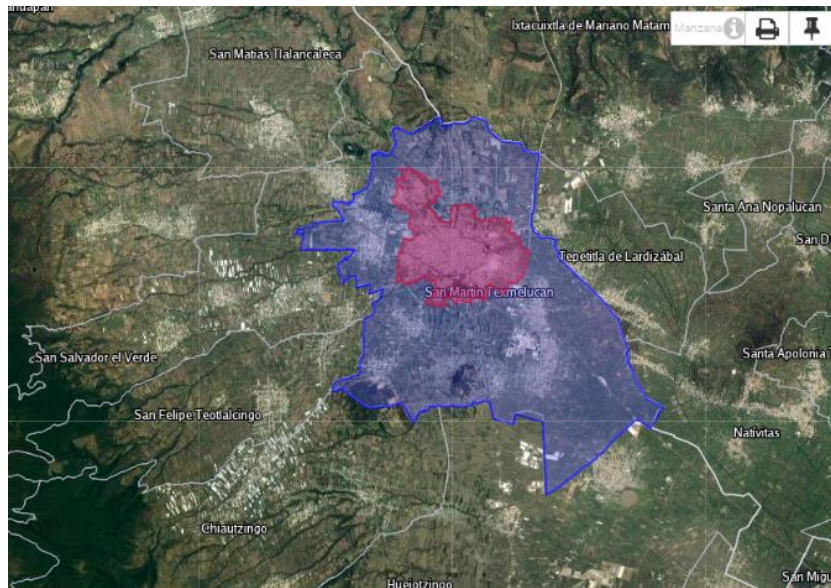


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, julio 2018.

Las coordenadas geográficas que localizan a la ciudad de San Martín Texmelucan son los paralelos 10° 13' 12" y 19° 19' 36" de altitud norte y los meridianos 98° 21' 18" y 98° 28' 36" de longitud occidental, su altitud promedio es de 2,265 metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a sus límites geográficos el municipio de San Martín Texmelucan, colinda al norte con el municipio de San Salvador el Verde y el estado de Tlaxcala; al este con el estado de Tlaxcala y el municipio de Huejotzingo; al sur con los municipios de Huejotzingo y Chiautzingo; al oeste con los municipios de Chiautzingo, San Felipe Teotlalcingo y San Salvador el Verde (ver imagen No. 9).

Imagen No. 9. Límites geográficos de San Martín Texmelucan, Puebla.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, julio 2018.

El territorio municipal es mayormente plano por estar localizado en el Valle de Puebla-Tlaxcala, sin embargo, tiene algunas elevaciones hacia el oeste que son estribaciones de la Sierra Nevada, que divide dicho valle del Valle de México, dichas elevaciones se encuentran principalmente al oeste y al norte del municipio y son el cerro Totolqueme, el cerro Tepeyecac y el cerro Mendocinas (ver tabla No. 3).

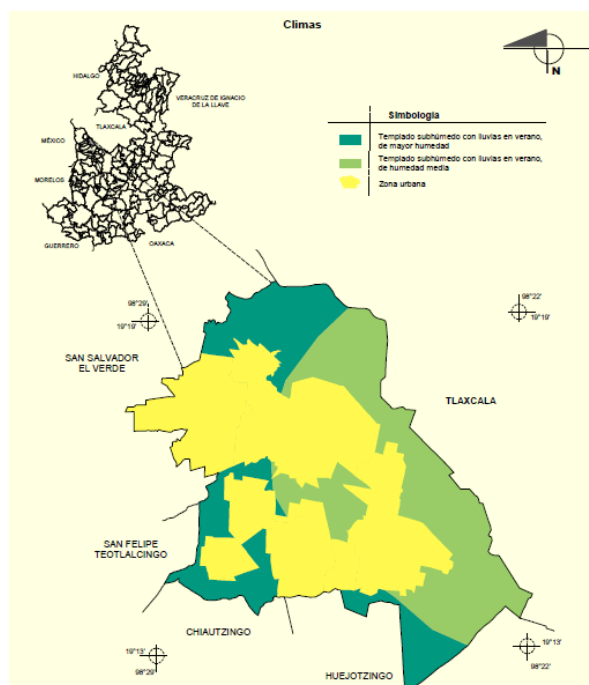
Tabla No. 3. Principales elevaciones de San Martín Texmelucan, Puebla.

Nombre	Latitud Norte		Longitud Oeste		Altitud
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	Metros
Cerro Totolqueme	19	19	98	27	2,580
Cerro Tepeyecac	19	14	98	26	2,380
Cerro Mendocinas	19	14	98	28	2,520

Fuente: Datos Obtenidos de la Identidad Olvidada (Contreras), 1992.

En términos generales, el clima del municipio de Texmelucan es templado subhúmedo con lluvias en verano, de los cuales el 51.51% de la superficie municipal es de mayor humedad mientras que el 48.49% es humedad media de acuerdo a los datos del INEGI publicados en el cuaderno estadístico municipal de la edición 2004 (ver imagen No. 10). El rango de temperaturas promedio oscila de los 14-16 °C.

Imagen No. 10. Climas de San Martín Texmelucan, Puebla.



Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal (INEGI), 2009.

El régimen de lluvias presenta una altura anual de 800 – 1000 mm. y precipitaciones de 15.1 cm. en el mes más lluvioso (junio) y de 0.2 cm. en el más seco (febrero). La percepción anterior se reafirma con el análisis de la precipitación: los meses lluviosos son junio, julio, agosto, septiembre. Además, existe una humedad relativa que alcanza su máxima expresión en verano y otoño.

Los vientos dominantes en el municipio vienen del sureste durante casi todo el año; sin embargo, la circulación local de sus vientos baja de los

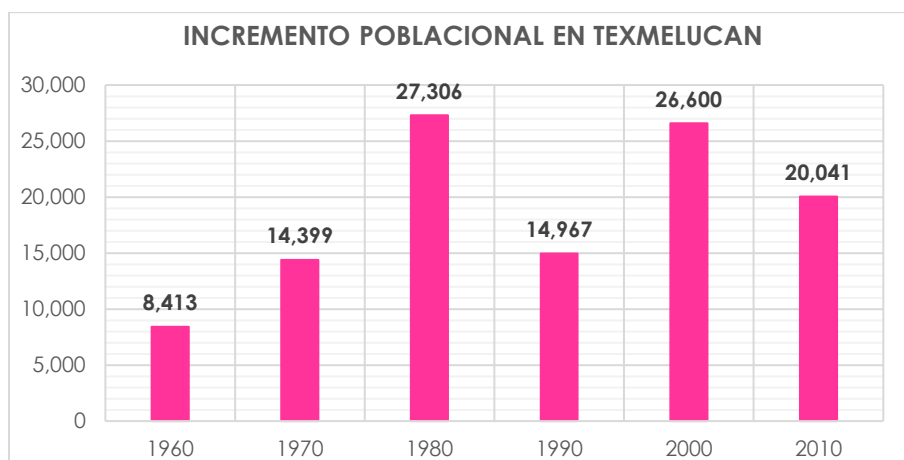
volcanes en la noche lo cual enfrían el ambiente y propician heladas, sobre todo en invierno.

Las características de clima y los detalles de lluvia y viento, dan un panorama que ayudará a determinar la factibilidad de usar la bicicleta en el municipio de San Martín dadas las condiciones climatológicas. Durante el presente trabajo se abordarán otras características importantes las cuales detallaremos para la implementación de la propuesta de ciclovía.

1.2.3. Población

Una población humana puede ser estudiada tanto desde el punto de vista estático como desde el punto de vista dinámico. A partir de las proyecciones de poblaciones, se calculan los futuros requerimientos que, en materia de equipamiento, infraestructura, planeaciones de proyectos y toma de decisiones para las políticas públicas a nivel estatal, regional y municipal. Conocer los crecimientos de poblaciones humanas constituye un fenómeno social que genera el desarrollo de la planificación en temas de movilidad urbana. En la gráfica No. 2 se muestra el incremento población cada diez años, que se ha dado de manera anual en el municipio de San Martín Texmelucan.

Gráfica No. 2. Incremento poblacional por década en San Martín Texmelucan, Puebla.

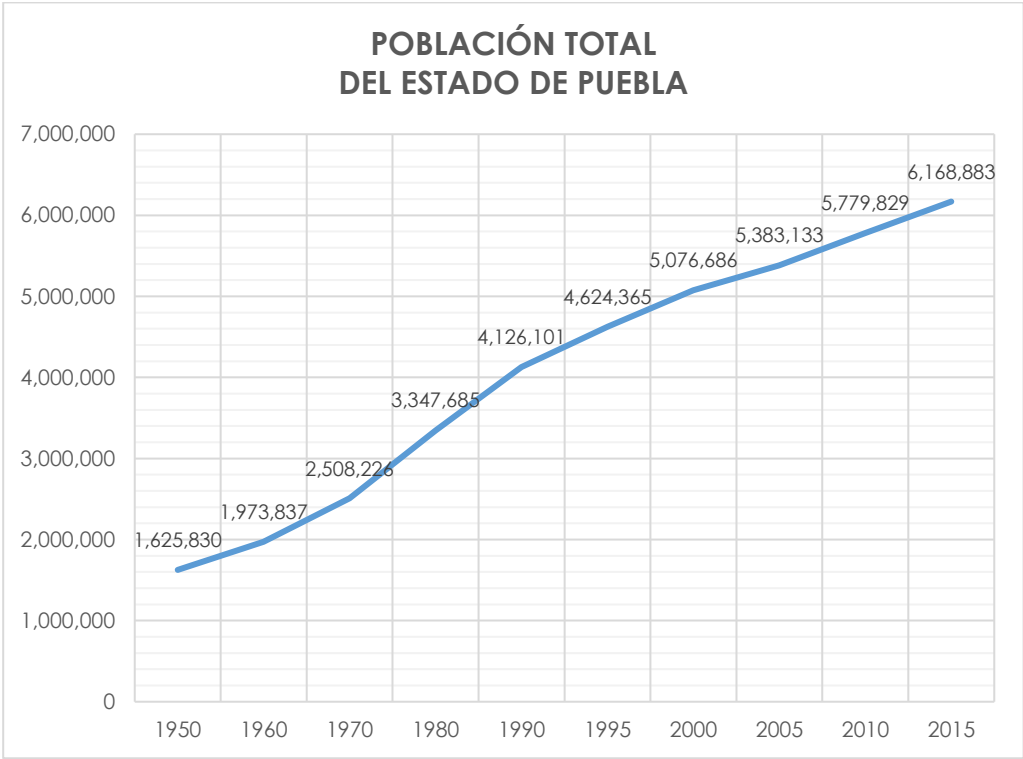


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, junio 2018.

De la gráfica del incremento poblacional el municipio de San Martín Texmelucan podemos ver su análisis dinámico poblacional y podemos darnos cuenta que durante las décadas que abarcaron los años de 1970 a 1980 y de 1990 a 2000 se tuvo un incremento importante en la población los cuales reflejan cambios notables cambios en la estructura demográfica de Texmelucan.

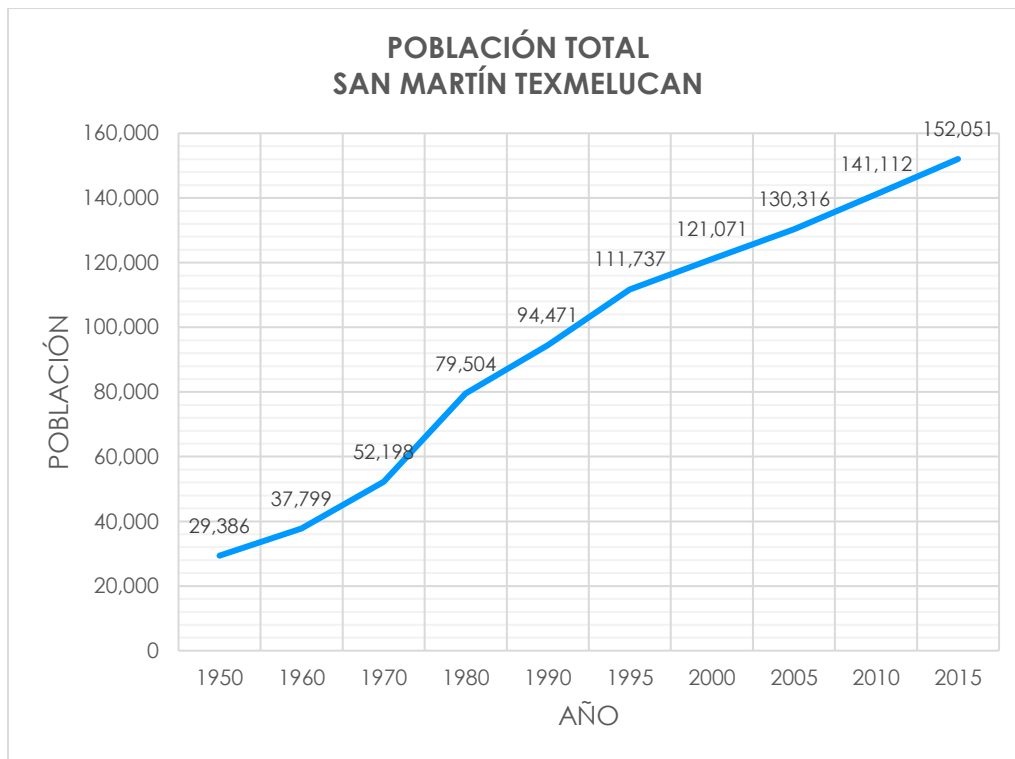
A continuación, se muestran una recopilación de datos estadísticos con los censos poblacionales elaborados por INEGI tanto del estado de Puebla como del municipio de San Martín Texmelucan (ver gráficas No. 3 y 4), la cual se muestran datos desde 1950 cada 10 años y a partir de 1990 cada 5 años.

Gráfica No. 3. Población total del Estado de Puebla desde 1950.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, junio 2018.

Gráfica No. 4. Población total del Municipio de San Martín Texmelucan, Pue. desde 1950.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, junio 2018.

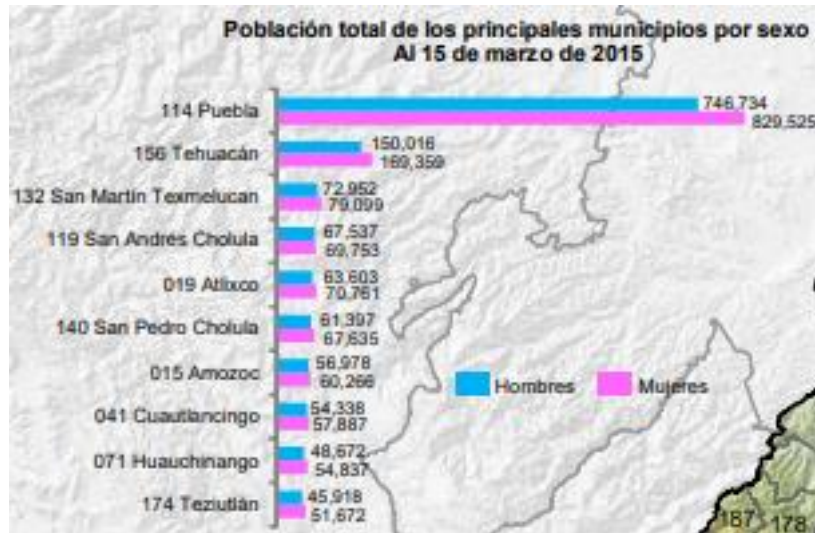
La población total del municipio de acuerdo a la encuesta intercensal realizado en 2015 fue de 152,051 personas, lo cual representó el 2.46% de la población en el estado. De las localidades anteriores, Santa María Moyotzingo fue la que registró la mayor tasa de crecimiento (8.0%), la cual fue superior sin duda alguna a las del estado de Puebla y del propio municipio, 2.1% y 1.7% respectivamente.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) realizó la encuesta intercensal con un levantamiento que enumera a la población en su lugar de residencia habitual. Las unidades de observación fueron las viviendas particulares habitadas y sus residentes habituales obteniendo datos con precisión y confianza del 90 por ciento.

Es importante hablar del municipio de San Martín Texmelucan como el tercer municipio después de Puebla y Tehuacán en cuanto a población (ver imagen No.

11), es por ello que debemos asumir una responsabilidad importante ante este crecimiento que conlleva a realizar acciones precisas en cuanto a movilidad urbana.

Imagen No. 11. Población de los principales municipios de Puebla.



Fuente: Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017 (INEGI), 2017.

1.3. Antecedentes, movilidad y accesibilidad del el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) y Centro Escolar General Manuel Ávila Camacho (CEGRAC).

En 1984 siendo presidente municipal de San Martín Texmelucan Miguel Martínez Montes, con apoyo de la Secretaría de Asentamientos Humanos se hicieron los estudios para el Plan Director Urbano de San Martín Texmelucan, el cual tiene a su responsabilidad crear el desarrollo urbano del municipio, que en su finalidad planteó proponer un plan rector que proyectará las medidas necesarias para el crecimiento futuro, el ordenamiento urbano y establecimiento de los usos, reservas y destinos; además planeaba y regulaba la fundación, conservación, mejoramiento de los polos de desarrollo urbano.

El Plan Director Urbano de San Martín Texmelucan, entre los años 1984 y 1986 proyectaba un polo de desarrollo en la zona sur-este del municipio, en terrenos

por donde cruza la Carretera Federal México-Puebla con sentido a Huejotzingo, por ser suelo firme, sin pendientes y estar establecido en una zona estratégica para urbanizar y desarrollar al municipio. En esa zona por su extensión también se proyectaba incluir la reubicación del tianguis de San Martín que en ese tiempo se establecían en las calles del centro del municipio, incluso en 1986 se libera un recurso estatal para la creación de centros escolares en el Estado de Puebla y por supuesto la primera opción para establecerse fue en esta zona sur-este.

En la imagen No. 12 podemos observar que lo encerrado en rojo fue la propuesta del encargado del Plan Director Urbano del municipio el Arq. Héctor Balandran Díaz, quien nos describe los antecedentes de cómo se proyectaba desarrollar esta zona; encerrado de amarillo es donde finalmente se ubica tanto el CEGRAC como el ITSSMT.

Imagen No. 12. Propuesta de desarrollo urbano en la zona sur-este del municipio en 1984.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, julio 2018.

Como parte de los intereses particulares y políticos del estado, nunca se respalda y apoya la propuesta del Plan Director Urbano y en el periodo del Gobernador Guillermo Jiménez Morales poco a poco fue apagándose la posibilidad de concretar esa visión de polo de desarrollo; finalmente los intereses políticos

generaron que los proyectos de desarrollo urbano en el municipio se dieran en la zona nororiente del municipio.

1.3.1. Historia y fundación

La reseña histórica de los archivos del Centro Escolar Rafael Ávila Camacho nos indica que siendo Presidente Municipal el Ing. Enrique Porter Basbuch y Gobernador del Estado el Lic. Melquíades Morales Flores, se determinó que, en el municipio de San Martín Texmelucan, se asentara la institución 25 del sistema de Centros Escolares.

El 15 de agosto de 2001 se entregaron los nombramientos para que empezará a funcionar, pero a falta de la infraestructura actual, se ubicaron para comenzar a funcionar en la calle Obregón y avenida Pablo L. Sidar, misma vía pública en la cual realizaban sus ceremonias a falta de espacios adecuados.

Las nuevas instalaciones ubicadas en los ejidos de San Lucas Atoyatenco, fueron utilizadas por los niveles preescolar y primaria en el ciclo escolar 2002 – 2003, mientras que los niveles de secundaria y bachillerato en el ciclo escolar 2003 – 2004. En las memorias de los archivos del Centro Escolar data de un mensaje que refleja el inicio difícil al establecerse en un área con pocos recursos: “Todo principio es difícil principalmente cuando se parte de cero y con todas las carencias de infraestructura, de personal y de todo tipo de recursos, pero sirve de lección y de aprendizaje empezar con dificultades”.

El Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, ITSSMT, es un órgano público descentralizado dedicado a ofertar educación superior, localizado en San Martín Texmelucan, Puebla. Institución que depende del Tecnológico Nacional de México, fue fundado el 2 de diciembre de 2002, inicialmente estuvo alojado en instalaciones provisionales ubicadas en la calle Miguel Nájera de la ciudad de San

Martín Texmelucan (ver imagen No. 12), para el año 2004 se contaba con la primera unidad de prácticas en el terreno ubicado en el ejido de San Lucas Atoyatenco.

Imagen No. 13. Instalaciones provisionales del ITSSMT en 1984.



Fuente: Archivo histórico del Departamento de Difusión del ITSSMT, diciembre 2003.

En el año 2002, el Instituto inició actividades impartiendo las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Electromecánica. Para el año 2003 se incrementa la oferta educativa con la apertura de la carrera de Ingeniería Industrial y en el 2006, en atención a la demanda de la sociedad, se inicia la carrera de Contaduría Pública. En el 2010 se incluye en la oferta educativa la carrera de Ingeniería Ambiental. En 2015 se incorporan: Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación, e Ingeniería en Gestión Empresarial.

1.3.2. Ubicación

El instituto Tecnológico de San Martín Texmelucan se ubica en el sector noreste, en el Camino a la Barranca de Pesos en la población de San Lucas Atoyatenco, sus coordenadas geográficas de acuerdo a Google Earth son los paralelos 19°18'25'' de altitud norte y los meridianos 98°24'58'' de longitud occidental, con una altura promedio de 2,325 metros sobre el nivel del mar (ver imagen No.14).

Imagen No. 14. Coordenadas Geográficas del ITSSMT.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

La ubicación muestra que, al noreste se establece la zona escolar donde el ITSSMT y el CEGRAC, formando parte de la frontera que colinda con el estado de Tlaxcala, alejados de la zona conurbada del municipio. Los terrenos los cuales se asientan estos centros educativos pertenecen a terrenos ejidales pertenecientes a la población de San Lucas Atoyatenco (ver imagen No. 15). Desde el año 2000 se ha establecido como un polo de desarrollo poblacional y junto a ello se encuentra desde el 2010 la unidad deportiva bicentenario, lo que está provocando un aumento de viajes a ese punto de la población.

Imagen No. 15. Ubicación del ITSSMT.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

De acuerdo a información de INEGI se tiene la estadística que alrededor del ITSSMT en un radio de 2.0 km existe una población de 6,227 personas como se muestra en la imagen No. 16 y la tabla No. 4. Podemos observar que el establecimiento del punto de referencia (ITSSMT – CEGRAC) se ubica en una zona rural, que está en proceso de crecimiento poblacional fuera de la mancha urbana del municipio, estableciéndose en los límites de los estados de Puebla y Tlaxcala.

Tabla No. 4. Datos de la ubicación del ITSSMT – CEGRAC.

Población y vivienda	
Características de vivienda	
^ Total de viviendas	2 038
∨ Viviendas habitadas	1 599
∨ Viviendas no habitadas	409
Características de la población	
∨ Total de población	6 227
∨ Población de 0 a 14 años	1 898
∨ Población de 15 a 29 años	1 714
∨ Población de 30 a 59 años	2 280
∨ Población de 60 y más años	265
∨ Población con discapacidad	94

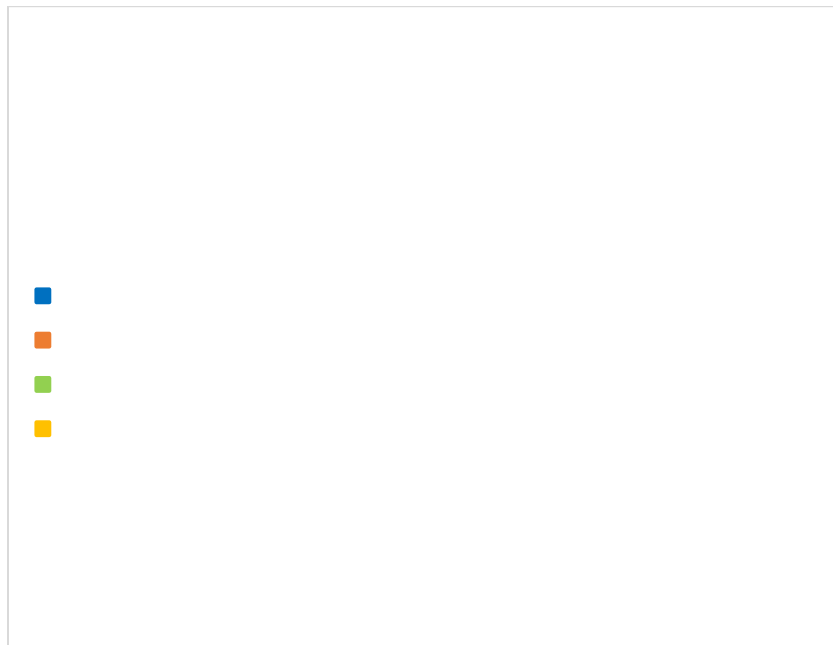
Fuente: Elaboración propia mediante Espacio y Datos de México (INEGI), julio 2018.

1.3.3. Población estudiantil

Resulta importante proyectar la población escolar que directamente impactará, la propuesta de ciclovía ITSSMT – CEGRAC para que, con base a ella, se establezcan los diferentes criterios para desarrollar una movilidad en bicicleta dentro de la población estudiantil.

De acuerdo al Mtro. Antonio Morales Vallejo, fundador y Director General del CEGRAC, indica que el centro educativo de nivel básica y media superior comenzó con una población escolar de 365 estudiantes, que paulatinamente fue incrementándose hasta establecer en los últimos años, una media aproximada de 1,200 estudiantes, repartidos aproximadamente de la siguiente forma: nivel preescolar 160 estudiantes, nivel primaria 225 estudiantes, nivel secundaria 375 estudiantes, mientras que el nivel bachillerato cuenta con 440 estudiantes. Ver gráfica No. 5.

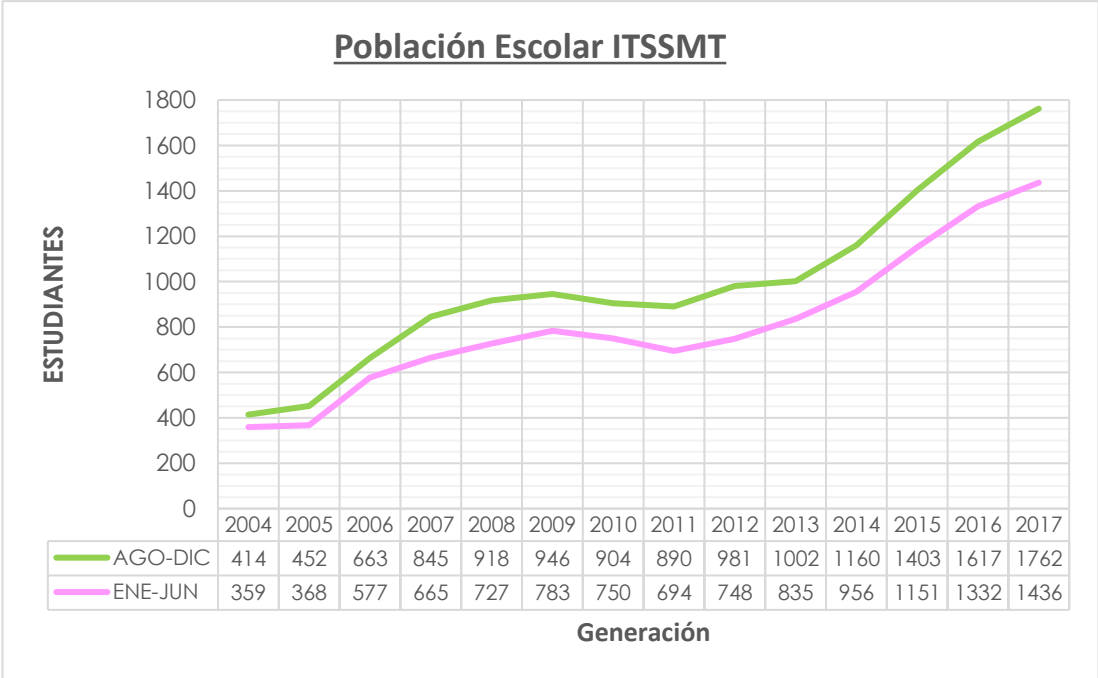
Gráfica No. 5. Distribución de población escolar del CEGRAC.



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el Mtro. Antonio Morales Vallejo, mayo 2018.

El ITSSMT refleja un crecimiento significativo en su población estudiantil desde 2004, año en el que se establece en el ejido de San Lucas Atoyatenco observamos en la gráfica No. 6, el número de estudiantes inscritos en los diferentes periodos escolares, las líneas verde y rosa representan los periodos correspondientes a los semestres agosto – diciembre (año de ingreso de las diferentes generaciones) y enero – junio; en donde podemos notar que la población escolar, cada año presente una tasa de crecimiento muy significativa, lo que refleja un atractor de oferta educativa en la región cada vez más consolidada.

Gráfica No. 6. Población escolar del ITSSMT.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIE del ITSSMT, mayo 2018.

Notamos que el número de estudiantes crece de una forma significativa, teniendo en cuenta que si esta tendencia continua, se deberá implementar estrategias para atender a la población estudiantil en su transportación y no afectar la movilidad del municipio. Es por eso que el presente trabajo abordara una propuesta para atender una nueva modalidad de transportarse, comenzando con una línea de ciclovía que atienda a los estudiantes del ITSSMT – CEGRAC y así establecer una futura red en el municipio.

2. HERRAMIENTAS PARA PROPUESTA DE CICLOVÍA ITSSMT – CEGRAC.

En este capítulo abordaremos la importancia en implementar la propuesta de cicloavía ITSSMT – CEGRAC como un Programa de Movilidad en Bicicleta (PMB) la cual enfocaremos como una necesidad de mejora; al incluir a la bicicleta como alternativa de movilidad se tendrá que enfocar desde el marco de la planeación del transporte.

Para esto se establecerán las herramientas necesarias que se deben analizar para su posterior planeación diseño, implementación y evaluación. El establecer una cicloavía requiere del estudio de la zona delimitada para su ejecución, conocer sus factores físicos existentes como lo es su traza urbana y sus características geométricas actuales, usos de la vialidad, prácticas sociales, aspectos ambientales y naturales como el clima, la orografía o las barreras hidrológicas.

Se estudiará la situación técnica actual de movilidad urbana del municipio, las reglamentaciones actuales, los proyectos de mejora existentes y las dificultades existentes para la implementación de PMB.

Al implementar esta propuesta se impulsará al fomento del uso de la bicicleta como modo de transporte principalmente entre la comunidad estudiantil, mismo que deberá incluir el aspecto del diseño vial, equipamiento y mobiliario ciclista además de una estrategia de educación, promoción y cultura.

2.1. Factores físicos, ambientales y urbanos

La propuesta de cicloavía ITSSMT – CEGRAC debe sustentarse en un diagnóstico en el que se analice y describa la situación actual de la zona delimitada para el proyecto, contemplando la movilidad urbana y la infraestructura vial existente y la identificación de barreras para el uso de la bicicleta.

Como ya se mencionó se debe delimitar el área de estudio de acuerdo a las condiciones físicas, ambientales y urbanas, considerando áreas geoestadísticas para que el análisis sea más sencillo.

De acuerdo al ITDP en su Tomo II del Manual de ciclo ciudades (2011), menciona que se debe identificar los factores climáticos como temperatura y precipitación a lo largo del año; orografía del área, identificando zonas donde la topografía cuente con pendientes pronunciadas mayores al 6%; áreas verdes y de valor ambiental; equipamientos urbanos; zonas patrimoniales y centros urbanos. Asimismo, se debe identificar la tipología de la traza urbana existente por zona en la ciudad.

Será importante analizar la situación actual de los diversos factores, para entender la situación actual y tener claridad sobre el dimensionamiento del proyecto a ejecutar y así establecer los objetivos, metas y acciones a ejecutar.

2.1.1. Características geométricas actuales

Sabemos que, si se quiere realizar una propuesta de ciclovía, los trabajos de campo son clave para la conceptualización del mismo, para identificar la geometría actual con la que contamos y para cuando se ejecute un proyecto saber los insumos que se utilizaran. En este trabajo se dividirá en tramos los cuales se analizaron principalmente las dimensiones de ancho de calzada, secciones longitudinales, pendientes, guarniciones, banquetas, y cunetas además se verificaron otros aspectos que son importantes como las condiciones del pavimento, semáforos, señalamientos vertical y horizontal. En los datos recabados, se realizó verificaciones con ayuda de Google Earth y Google Maps para generar mapas específicos los cuales nos darán las características con las que cuenta nuestra zona de estudio.

De acuerdo a la SEDATU en su Manual de calles: Diseño vial para ciudades mexicanas (2018), menciona que los trabajos de campo deben permitir caracterizar

la oferta (sección, infraestructura, servicios de transporte) y demanda (flujo de peatones, ciclistas, unidades de transporte público, vehículos de carga y automóviles) de la calle; el objetivo es contar con una visión completa del funcionamiento de la calle que funja como la base para generar modelos de transporte.

Estos modelos permiten realizar un análisis preciso de la situación actual y, sobre todo, simular escenarios futuros con las distintas alternativas de solución. De este modo se estará en condiciones de adelantar el impacto de cada propuesta y tener la opción de comparar parámetros objetivos. Los trabajos de campo necesarios para hacer una buena caracterización de la situación actual a nivel de calle se pueden elegir con base en el tipo, tiempo y presupuesto del proyecto.

En la imagen No. 18 se muestra el tramo 1, cuya sección longitudinal corresponde a 581.73 metros, el cual se analizan tres puntos los cuales se verán en fotos (imágenes No. 19, 20, 21 y 22), los detalles geométricos básicos los cuales se midieron en campo.

Imagen No. 18. Sección longitudinal y perfil topográfico A – C (tramo 1).



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

El punto A (imagen No. 19), muestra el inicio teniendo un cruce con semáforos, pavimento flexible en buenas condiciones, pendiente con inclinación máxima promedio de 5.8%, obra de drenaje, señalamiento vertical adecuado, mínimo ancho de banqueta en el hombro derecho, mal señalamiento horizontal, nula visibilidad de líneas peatonales, base y parada del transporte público a los centros educativos.

El punto B (imagen No. 20), muestra un punto intermedio el cual tiene un ramal que atrae la población que habita la unidad San Damián y trabajadores del centro comercial Plaza Crystal, existe pavimento flexible en buenas condiciones, pendiente con inclinación máxima promedio de 0.4%, nulo señalamiento vertical, mínimo ancho de banqueta en ambos hombros y sin señalamiento horizontal.

En el punto B' (imagen No. 21), muestra la continuidad inmediata del punto intermedio B, tiene un pavimento flexible en condiciones adecuadas, pendiente con inclinación máxima promedio de 0.4%, nulo señalamiento vertical, mínimo ancho de banqueta en ambos hombros, además de tener materia orgánica que hace el difícil tránsito peatonal en el mismo, obra de drenaje, inicio de cunetas en ambos hombros, sin señalamiento horizontal.

En el punto C (imagen No. 22), muestra el punto final del tramo 1 el cual tiene ramales el cual del lado derecho a 150 metros se ubica la preparatoria UPAEP y a 1 kilómetro la secundaria Técnica 61, se tiene un pavimento flexible en condiciones adecuadas, pendiente con inclinación máxima promedio de 0.9%, mínimo señalamiento vertical, mínimo ancho de banqueta en ambos hombros con materia orgánica que hace el difícil tránsito peatonal en el mismo, cabe mencionar que en el hombro derecho con dirección al CEGRAC e ITSSMT se realizó un banqueta elevada con barandal para el resguardo y seguridad de los peatones, se tiene obra de drenaje, cunetas en ambos hombros, sin señalamiento horizontal.

Imagen No. 19. Características geométricas básicas actuales (punto A).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 20. Características geométricas básicas actuales (punto B).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 21. Características geométricas básicas actuales (punto B').



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 22. Características geométricas básicas actuales (punto C).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

En la imagen No. 23 se muestra el tramo 2, cuya sección longitudinal corresponde a 454.36 metros, el cual se analizan dos puntos los cuales se verán en fotos (imágenes No. 24 y 25), los detalles geométricos básicos los cuales se midieron en campo.

Imagen No. 23. Sección longitudinal y perfil topográfico C' – D (tramo 2).



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

En el punto C' (imagen No. 24), muestra el complemento inmediato del punto C después de los ramales, del cual el derecho a 150 metros se ubica la preparatoria UPAEP y a 1 kilómetro la secundaria Técnica 61, se tiene un pavimento flexible en condiciones adecuadas, pendiente con inclinación máxima promedio de 0.9%, mínimo señalamiento vertical, banquetta elevada con barandal para el resguardo y seguridad de los peatones, se tiene obra de drenaje, cunetas en ambos hombros, sin señalamiento horizontal.

En el punto D (imagen No. 25), muestra el fin de la sección longitudinal con banquetta elevada para el resguardo y seguridad de los peatones, en el cual los últimos 60 metros del margen izquierdo con dirección al ITSSMT deja de tener la

banqueta peatonal elevada. Se tiene un pavimento flexible en condiciones medias, pendiente con inclinación máxima promedio de 1.8%, no se cuenta con señalamiento vertical ni con señalamiento horizontal, cunetas en ambos hombros los cuales se encuentran azolvados y con presencia de materia orgánica.

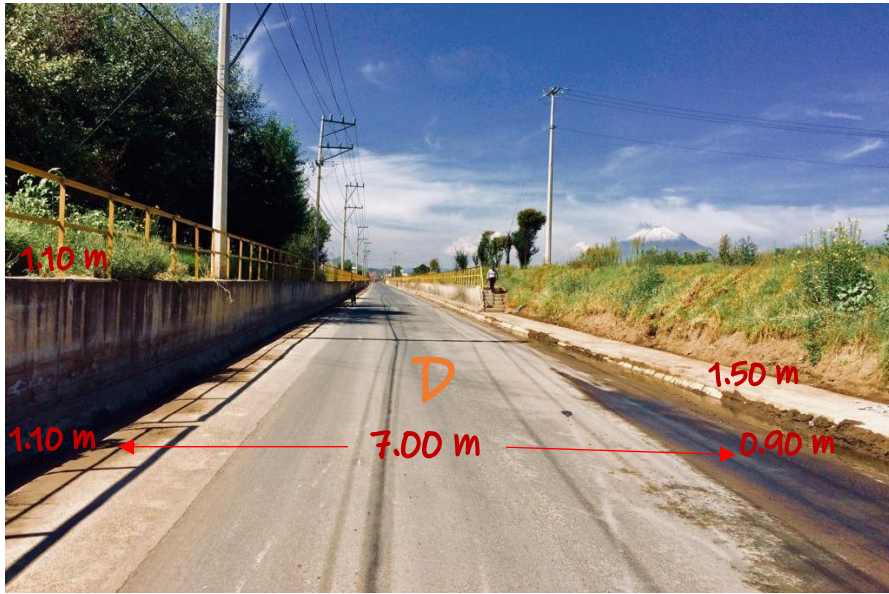
El detalle de la banqueta elevada para el resguardo y seguridad de los peatones, presenta en los últimos 300 metros de ambos márgenes presencia de materia orgánica, lo que provoca una alternativa insegura y sin las condiciones óptimas a la cual fue diseñado, su altura va desde los 0.90 a 1.35 metros con un ancho que va desde los 0.90 a 1.10 metros.

Imagen No. 24. Características geométricas básicas actuales (punto C').



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

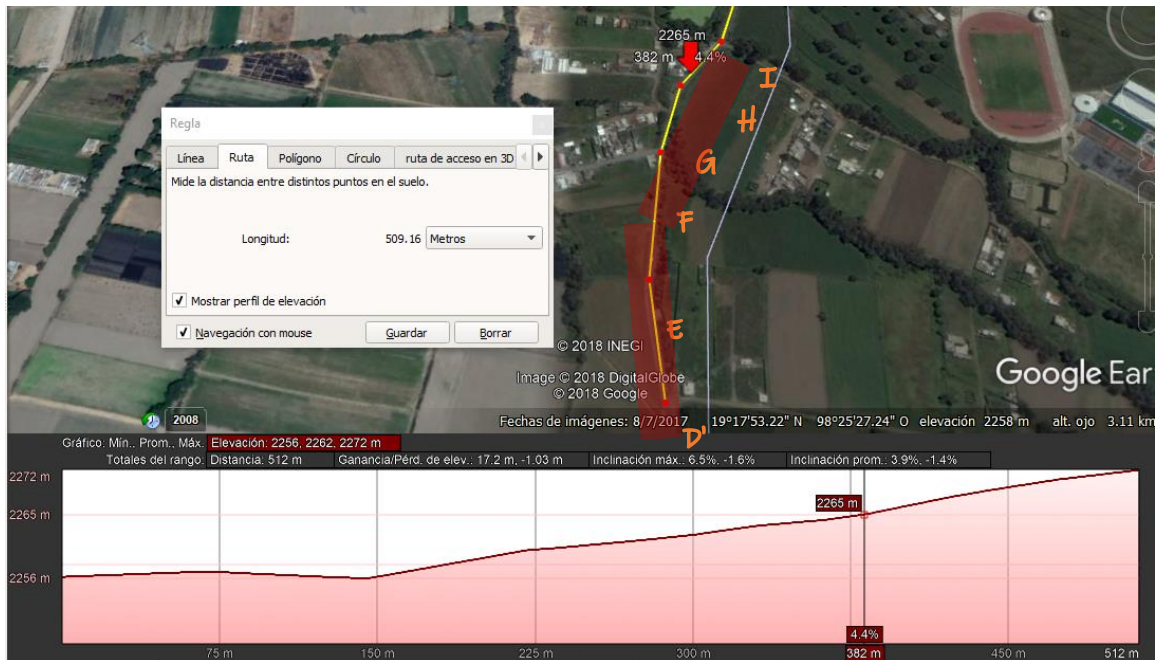
Imagen No. 25. Características geométricas básicas actuales (punto D).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

La imagen No. 26 muestra el tramo 3, que la sección longitudinal corresponde a 509.16 metros, donde se analizan seis puntos los cuales se verán en las imágenes No. 27, 28, 29, 30, 31 y 32. Los detalles geométricos se midieron en campo.

Imagen No. 26. Sección longitudinal y perfil topográfico D – I (tramo 3).



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

En el punto D' (imagen No. 27), muestra el complemento inmediato del punto D, en la imagen se presenta únicamente dirección a Plaza Crystal y sus características fueron descritas en la imagen del punto D.

En el punto E (imagen No. 28), camino tipo B, no cuenta con banqueteta, se tiene un pavimento flexible en mal estado con características de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación máxima de 1.5%, no cuenta con señalamiento vertical ni horizontal, tiene cunetas en ambos hombros con presencia de materia orgánica.

En el punto F (imagen No. 29), camino tipo B, no cuenta con banqueteta, se tiene un pavimento flexible con presencia de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación máxima de 5.6%, no cuenta con señalamiento vertical ni horizontal, tiene cunetas en ambos hombros con presencia de materia orgánica principalmente en el margen derecho.

En el punto G (imagen No. 30), camino tipo B, no cuenta con banqueteta, se tiene un pavimento flexible con presencia de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación máxima de 4.5%, no cuenta con señalamiento vertical ni horizontal, no cuenta con cunetas.

En el punto H (imagen No. 31), camino tipo B, no cuenta con banqueteta, se tiene un pavimento flexible con presencia de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación máxima de 5.5%, no cuenta con señalamiento vertical ni horizontal, no cuenta con cunetas.

En el punto I (imagen No. 32), camino tipo B, no cuenta con banqueteta, se tiene un pavimento flexible en mal estado con características de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación máxima de 4.3%, no cuenta con señalamiento vertical ni horizontal, tiene cunetas en ambos hombros con presencia de materia orgánica principalmente en el margen derecho. En este punto existe un acceso a la unidad deportiva Bicentenario, la cual a 35 metros esta la entrada principal.

Imagen No. 27. Características geométricas básicas actuales (punto D').



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 28. Características geométricas básicas actuales (punto E).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 29. Características geométricas básicas actuales (punto F).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 30. Características geométricas básicas actuales (punto G).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 31. Características geométricas básicas actuales (punto H).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

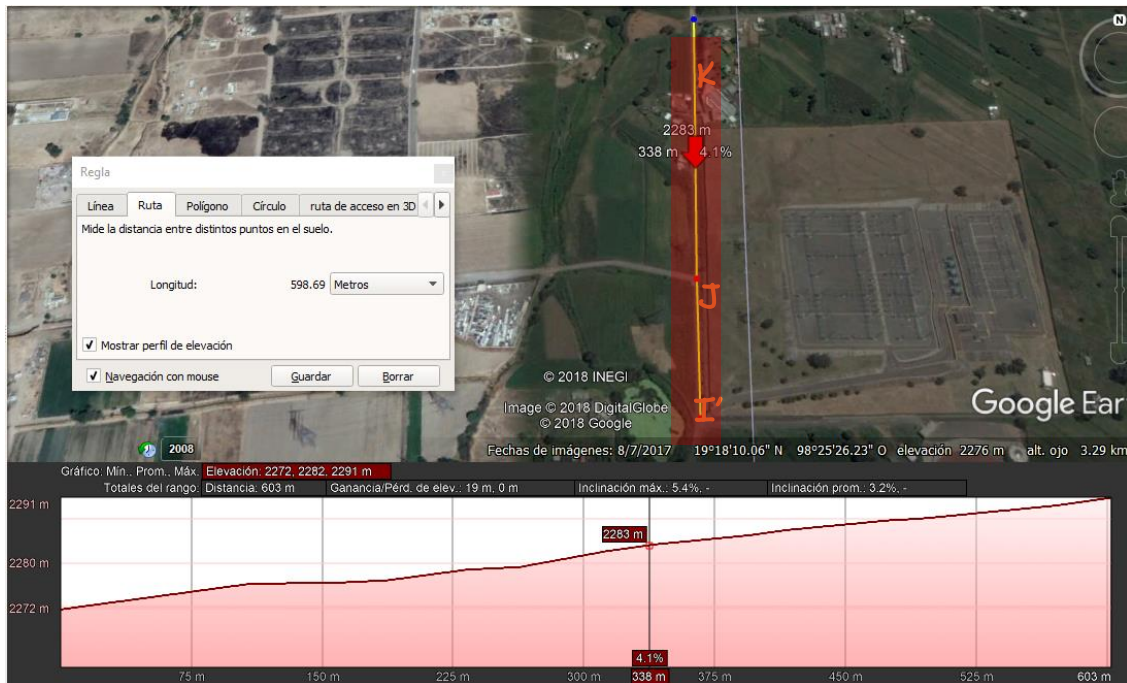
Imagen No. 32. Características geométricas básicas actuales (punto I).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

En la imagen No. 33 se muestra el tramo 4, cuya sección longitudinal corresponde a 598.69 metros, el cual se analizan seis puntos los cuales se verán en fotos (imágenes No. 34, 35 y 36), los detalles geométricos básicos los cuales se midieron en campo.

Imagen No. 33. Sección longitudinal y perfil topográfico I' – K (tramo 4).



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

En el punto I' (imagen No. 34), muestra el complemento inmediato del punto I, en la imagen se presenta únicamente dirección a Plaza Crystal y sus características fueron descritas en la imagen del punto I.

En el punto J (imagen No. 35), camino tipo B, no cuenta con banquetas, se tiene un pavimento flexible con características de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación promedio de 2.7%, no cuenta con señalamiento vertical ni horizontal, tiene cunetas en ambos hombros con presencia de materia orgánica en su totalidad en ambos hombros.

En el punto K (imagen No. 36), camino tipo B, tiene un pavimento flexible con características de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación promedio de 3.4%, no cuenta con señalamiento vertical ni horizontal, tiene cunetas en ambos hombros con presencia de materia orgánica en su totalidad en el margen derecho.

Imagen No. 34. Características geométricas básicas actuales (punto I').



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 35. Características geométricas básicas actuales (punto J).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

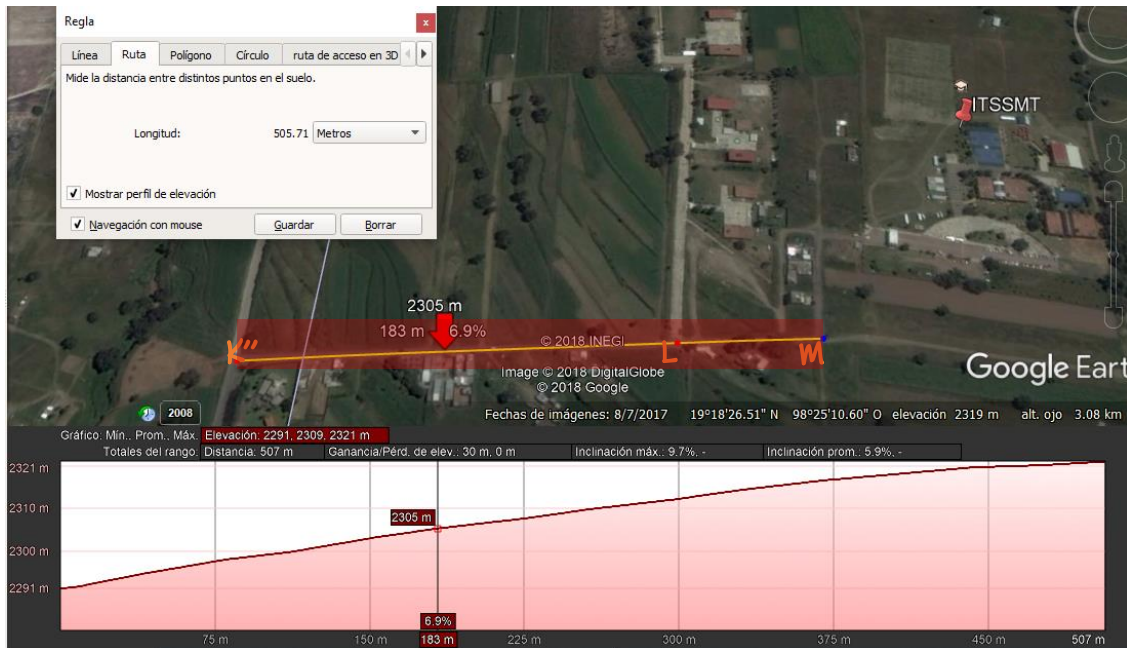
Imagen No. 36. Características geométricas básicas actuales (punto K).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

La imagen No. 37 muestra el tramo 5, con sección longitudinal de 505.71 metros, el cual se analizan seis puntos los cuales se verán en fotos (imágenes No. 38, 39 y 40), los detalles geométricos básicos los cuales se midieron en campo.

Imagen No. 37. Sección longitudinal y perfil topográfico K'' – M (tramo 5).



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

El punto K'' (imagen No. 38), muestra un ramal de acceso a las zonas educativas donde se encuentran el ITSSMT y el CEGRAC, sus características geométricas se modifican ya que su orografía influye. Presenta un camino tipo B, no tiene cunetas, se tiene una guarnición de 0.15 metros la cual es cubierta por material orgánico, tiene pavimento flexible en mal estado con características de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación promedio de 8.0%, sin señalamientos.

El punto L (imagen No. 39), tiene un camino tipo B, no tiene cunetas, tiene una guarnición de 0.15 metros la cual es cubierta por material orgánico, tiene un pavimento flexible en mal estado con características de piel de cocodrilo, pendiente con inclinación promedio de 6.3%, no cuenta con señalamiento vertical ni horizontal.

El punto M (imagen No. 40), camino tipo C, se tiene material compactado suelto en la base de la calzada, tiene guarniciones de 0.15 metros la cual es cubierta por material orgánico, pendiente con inclinación promedio de 3.4%, no cuenta con señalamiento horizontal, únicamente tiene un señalamiento vertical informativa.

Imagen No. 38 Imagen No. 37. Características geométricas básicas actuales (punto K'').



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 39. Características geométricas básicas actuales (punto L).



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 40. Características geométricas básicas actuales (punto M).



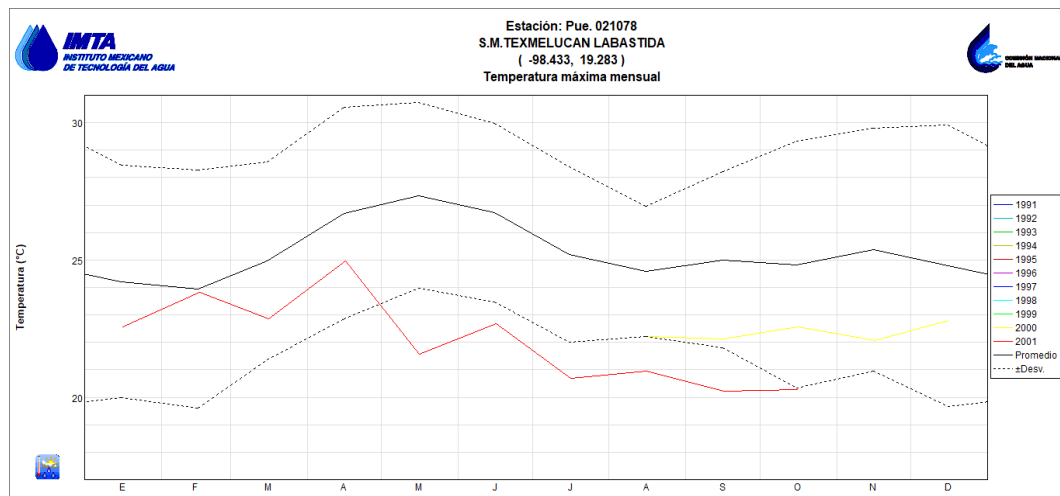
Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

2.1.2. Clima

De acuerdo a la ubicación de la propuesta de ciclovía ITSSMT – CEGRAC, su área delimitada se encuentra dentro del municipio de San Martín Texmelucan y en el anterior capitulo mencionamos que existe un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (52%) y templado sub-húmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (48%).

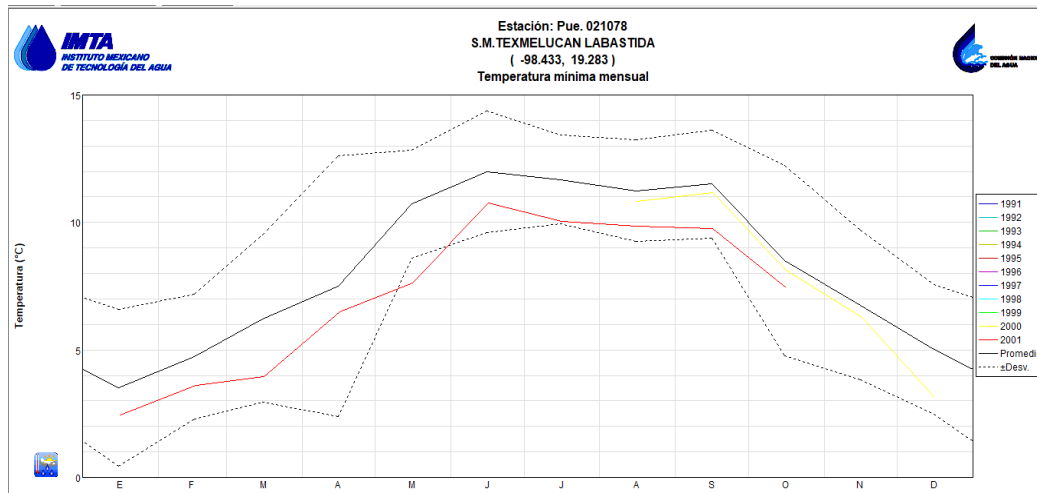
La temperatura de acuerdo al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en los meses de temporada de lluvia, proporciona información extraída de la aplicación ERIC de la estación Pue. 021078 ubicada en el municipio de San Martín Texmelucan, de la cual nos muestra que la temperatura máxima promedio en un periodo de 10 años oscila entre los 24 y 27°C, siendo mayo el más cálido (ver gráfica No.7); de igual manera la temperatura mínima promedio en el mismo periodo oscila entre los 4 y 12°C, siendo enero el mes más frío (ver gráfica No. 8).

Gráfica No. 7. Datos de temperatura máxima mensual mediante la aplicación: Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC).



Fuente: Elaboración propia mediante ERIC, 2001.

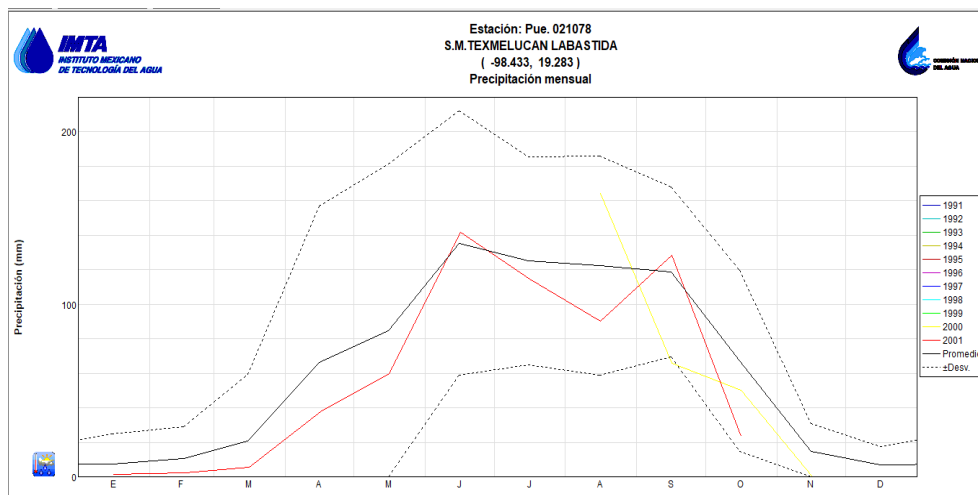
Gráfica No. 8. Datos de temperatura mínima mensual mediante la aplicación: Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC).



Fuente: Elaboración propia mediante ERIC, 2001.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua de acuerdo a la estación Pue. 021078 ubicada en el municipio de San Martín Texmelucan, tiene un registro que de abril a octubre son los meses de temporada de lluvia, utilizando la aplicación ERIC se ve en la gráfica No. 9, que en un periodo de 10 años la precipitación pluvial oscila entre los 700 a los 1400mm, mostrando que el mes más seco es enero y el más lluvioso es junio.

Gráfica No. 9. Datos de precipitación mensual mediante la aplicación: Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC).



Fuente: Elaboración propia mediante ERIC, 2001.

Se deberá realizar una conservación del pavimento existente y establecer las estructuras para el bombeo de agua para drenar adecuadamente y así evitar inundaciones que generen problemas para el uso de la bicicleta.

2.1.3. Orografía

El municipio forma parte del denominado Valle de Texmelucan, que constituye el sector principal de la altiplanicie poblana por su ubicación regional también se clasifica como parte del Valle Poblano – Tlaxcalteca y este a su vez, del Altiplano Central Mexicano. El relieve del municipio en general es plano, para el caso de la propuesta de ciclo vía ITSSMT – CEGRAC notamos que se presenta un ligero y continuo ascenso en dirección al noroeste, a los centros educativos del presente estudio; la altura promedio del municipio de San Martín Texmelucan va de los 2265 a 2280 metros sobre el nivel del mar y en el caso del ITSSMT tenemos una elevación de entre 2320 a 2326 metros sobre nivel del mar.

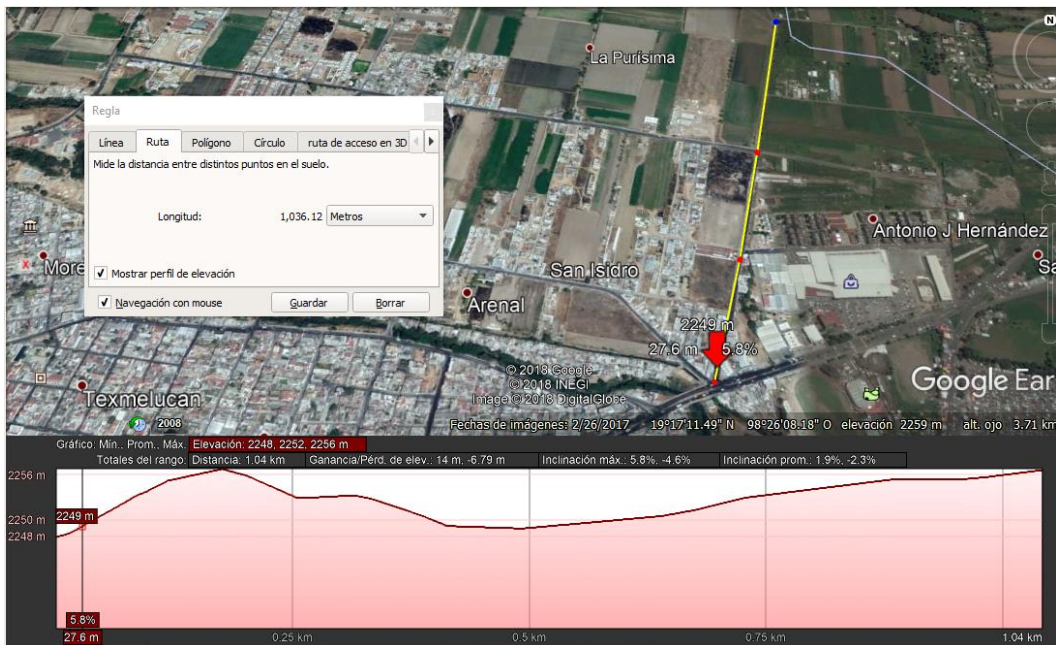
A lo largo del presente proyecto se establecerán y estudiarán estas condiciones físicas que resultan importantes analizar, sabemos que por factibilidad de uso de la bicicleta es importante identificar zonas donde la topografía cuente con pendientes pronunciadas mayores al 6%.

Se realizó un análisis en cuatro secciones: una de 1,036 metros, dos de 500 metros y una de 600 metros para establecer la factibilidad del uso de la bicicleta a nuestra zona de estudio. Nos apoyamos de Google Earth para verificar la longitud horizontal de recorrido, el perfil topográfico la diferencia entre niveles y así calcular la pendiente correspondiente en las respectivas secciones de estudio.

La primera sección, la cual en las condiciones físicas no muestra un problema para su recorrido. Su longitud horizontal de 1,036.12 metros y altitud de inicio de

2,248 msnm y altitud final de 2,256 msnm, teniendo una pendiente promedio a cuesta arriba en ese tramo de 1.9 % como se muestra en la imagen No. 41.

Imagen No. 41. Perfil topográfico y recorrido horizontal (primera sección).



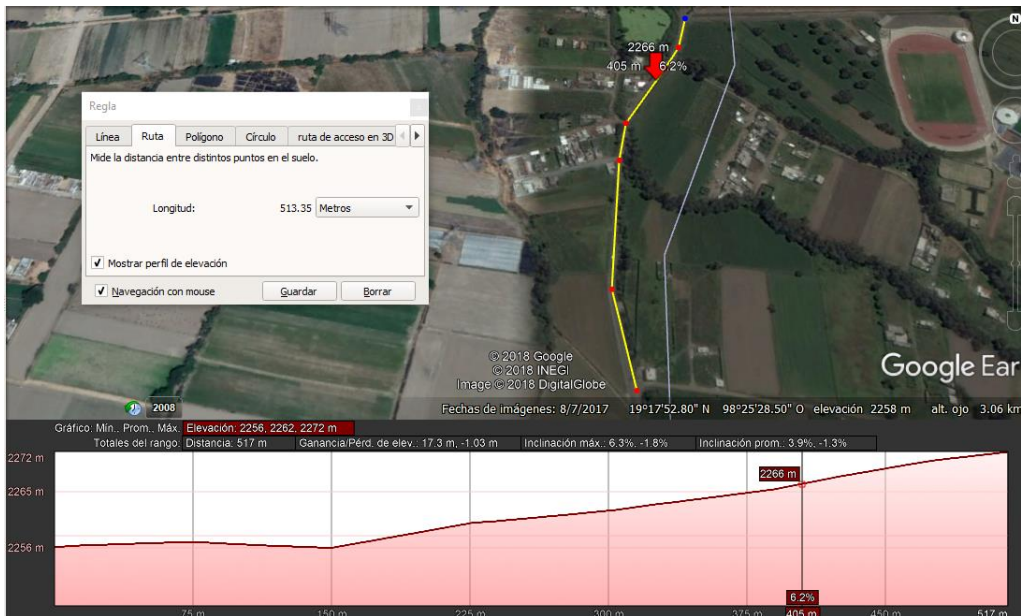
Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

El primer tramo como lo pudimos verificar es el de mayor distancia longitudinal y se encuentra en una zona totalmente urbana durante su recorrido, por lo que su condición de tránsito en torno a sus niveles topográficos no tiene un aumento significativo.

Las posteriores secciones manifiestan unas condiciones en sus niveles topográficos de incrementos más pronunciados en pendientes y curvas horizontales y disminución de anchis de calzada como lo revisamos en temas anteriores.

La segunda sección tiene una longitud horizontal de 513.35 metros, una altitud de inicio de 2,256 msnm y altitud final de 2,272 msnm se tiene una pendiente cuesta arriba promedio en esa sección del 3.9 % como se muestra en la imagen No.42.

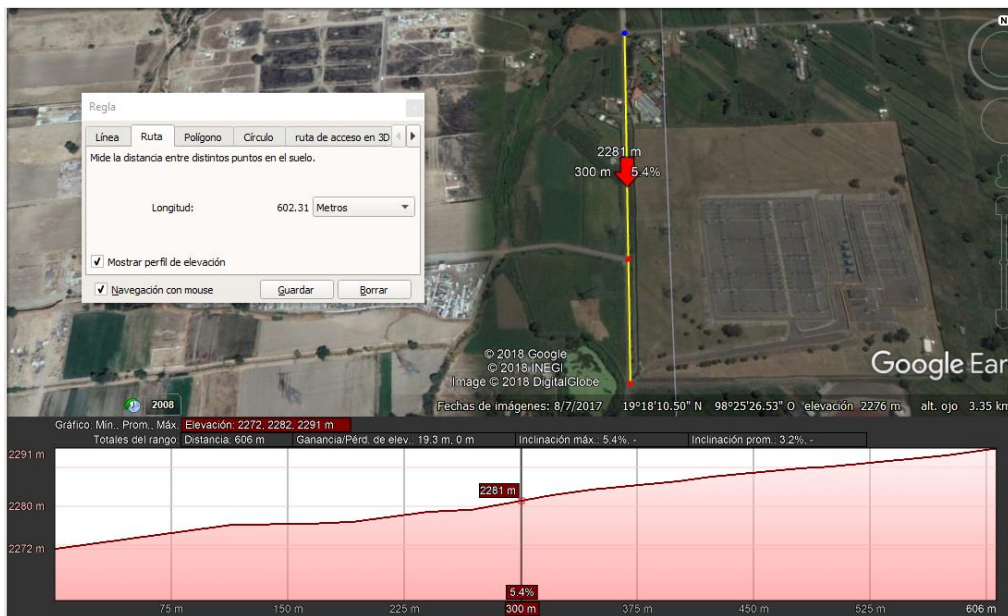
Imagen No. 42. Perfil topográfico y recorrido horizontal (segunda sección).



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

La tercera sección tiene una longitud horizontal de 602.31 metros y altitud de inicio de 2,272 msnm y altitud final de 2,291 msnm se tiene una pendiente cuesta arriba promedio en esa sección del 3.2 % como se muestra en la imagen No. 43.

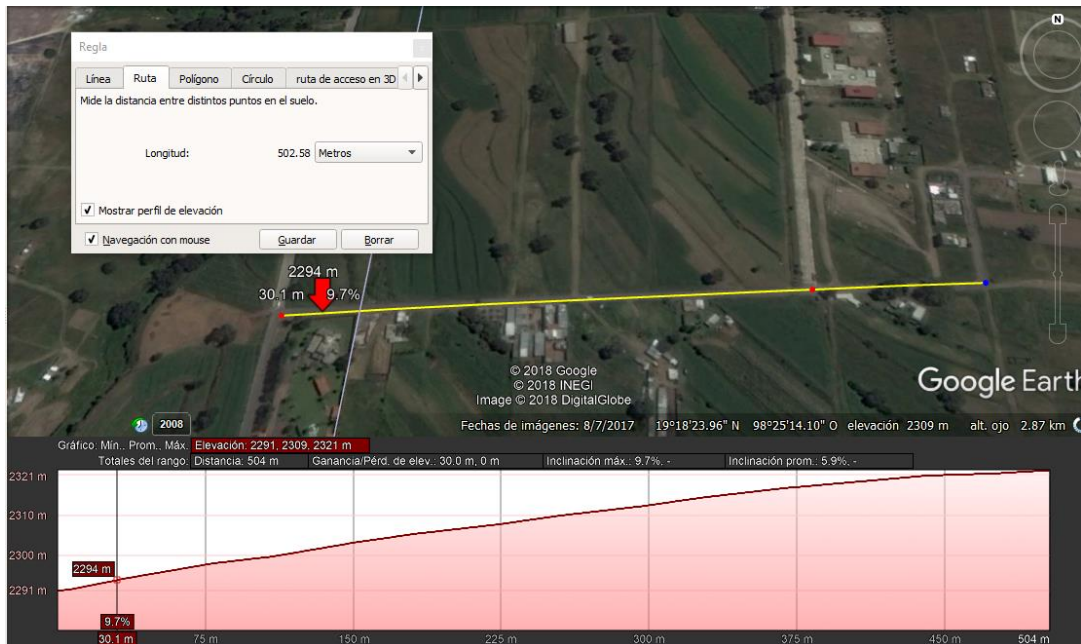
Imagen No. 43. Perfil topográfico y recorrido horizontal (tercera sección).



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

La cuarta sección se considera por sus condiciones físicas, de difícil avance por su complicada pendiente cuesta arriba para el tránsito de los diversos modos de transporte. En su estudio podemos verificar que tiene una longitud horizontal de 502.58 metros y altitud de inicio de 2,291 msnm y altitud final de 2,321 msnm se tiene una pendiente promedio cuesta arriba de 5.9 % como se muestra en la imagen No. 44. En esta última sección se presenta en promedio de una pendiente de 5.9% cuesta arriba, aunque se alcanza lo recomendado máximo en uso de bicicleta, no podemos perder de vista que en los primeros 80 metros se llega a pendientes de entre 6 y 9%, por lo que se deberá proponer una acción que minimice estos puntos críticos.

Imagen No. 44. Perfil topográfico y recorrido horizontal (cuarta sección).



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, julio 2018.

De acuerdo a las secciones antes analizadas notamos que se tiene factibilidad en la movilidad en bicicleta por parte de la comunidad estudiantil, más sin en cambio en la última sección percibimos que estamos ante la tolerancia máxima de la pendiente recomendada, por lo que se trabajará y propondrá una solución adecuada.

En tanto la Geología Estructural está determinada por su ubicación en la zona denominada como Eje Neovolcánico que se formó en una zona de fallas de tensión que dieron lugar a que dieron lugar a grandes fosas y fallas diagonales de orientación nor-este-suroeste, las cuales afectaron las áreas del vulcanismo preexistente.

2.1.4. Uso de suelo

Los usos del suelo urbano y de servicios en el municipio representan un total de 1,728.31 hectáreas. Mientras que el uso del suelo industrial representa un total de 337.52 hectáreas. San Martín Texmelucan tiene una extensión territorial de 7,764.53 hectáreas, las que tiene el siguiente uso (ver tabla No. 5):

Tabla No. 5. Uso de Suelo del Municipio.

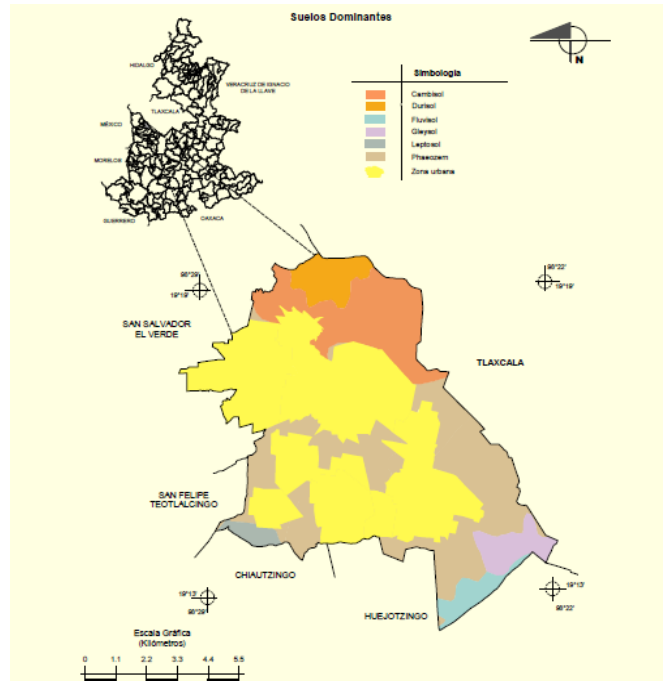
USO DE SUELO	EXTENCIÓN
Uso agrícola	5.632.0 has.
Uso forestal	66.7 has.
Uso urbano y servicios	1,728.307 has.
Uso industrial	337.523 has.
Superficie total	7,764.53 hs.

Fuente: Archivos del Municipio, publicación del Mtro. Jesús Contreras, 2010

El uso del suelo del municipio tiene una superficie de 71.5 km² que representa el 0.23% del total del Estado de Puebla. El territorio municipal está compuesto por los siguientes grupos de suelos: Phaeozem (27%), Cambisol (13%), Durisol 4%, Gleysol (4%), Fluvisol (2%) y Leptosol (1%).

En la imagen No. 45, se presenta la distribución de los diferentes usos de suelos que representa el municipio, misma que publica el INEGI en el prontuario de información geográfica municipal de San Martín Texmelucan, Puebla con clave 21132.

Imagen No. 45. Usos de Suelo del municipio de San Martín Texmelucan.



Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal INEGI, 2009.

Nuestra zona de estudio en forma general tiene un suelo con función agrícola con un tipo Cambisol el cual es adecuado para actividades agropecuarias con actividad moderada a buena, según la fertilización a que sea sometido.

En materia de desarrollo urbano, para establecer una política de crecimiento, El programa municipal de desarrollo urbano sustentable del municipio de San Martín Texmelucan (2013), establece una zonificación de uso de suelo para dar cumplimiento a lo señalado en el párrafo tercero del artículo 27 constitucional en materia de fundación, conservación y crecimiento de los centros de población, y por lo estipulado en la Ley de Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, se sujetará a las reservas, usos y destinos de áreas y predios que se determine.

Con la finalidad de construir una estructura urbana sustentable, el municipio establecerá una zonificación de uso de suelo primaria y secundaria, la cual las detallaremos más adelante.

2.1.4.1. Zonificación primaria

Con base en lo establecido en la legislación vigente en materia dentro del Estado, se declara que para las 8,268.93 hectáreas que componen el área de estudio la zonificación primaria será la siguiente:

- a) **Zona Urbana.** Se consideran como integrantes de esta zona, aquellas áreas actualmente urbanizadas, las que se encuentran en proceso de urbanización dentro del perímetro del área de estudio y aquellas propuestas con este fin.
- b) **Zona de reserva de crecimiento.** Esta zona se encuentra conformada por viviendas que se mezclan con zonas arboladas y de vegetación natural, localizadas en las zonas perimetrales al área de estudio.
- c) **Conservación.** Esta zona se conforma de los terrenos correspondientes a las barrancas, escurrimientos, zonas arboladas, cuerpos de agua, gasoductos, líneas de transmisión y la superficie municipal dedicada a la agricultura localizándose predominantemente en la periferia de la zona de estudio existiendo la posibilidad de que en las zonas de temporal se permita la edificación de viviendas aisladas con densidades menores a las 5 viviendas/hectárea, lo que significa subdivisiones de parcelas no menores a los 2,000 metros cuadrados.
- d) **Zona Industrial.** Incluye la superficie del Complejo Petroquímico Independencia y la zona dentro del municipio correspondiente al corredor industrial Quetzalcóatl.
- e) **Zona Arqueológica.** La superficie localizada al norte del municipio con vestigios de estructuras.

En la tabla No. 6 se muestra el área que representa cada zona y su representación porcentual de zonificación primaria.

Tabla No. 6. Zonificación Primaria.

Zonificación Primaria	Uso	Hectáreas	%
Zona Urbana	Habitacional	1,871.36	22.63
	Equipamiento	183.97	2.22
	Comercio	45.40	0.55
	Mixto	11.30	0.14
Industria	Industria	292.88	3.54
Zona Arqueológica	Zona Arqueológica	9.34	0.11
Zona de Crecimiento	Zona de Crecimiento	615.49	7.44
Conservación	Derechos de Vía	361.25	4.37
	Agricultura de Riego	3,093.96	37.42
	Agricultura de Temporal	1,062.96	12.85
	Cuerpo de Agua	42.04	0.51
	Reserva Ecológica	202.49	2.45
	Barrancas	209.26	2.53
	Pastizal Inducido	48.22	0.58
	Zona Arbolada	219.03	2.65
Total general		8,268.93	100.00

Fuente: Elaboración propia extraída del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan, mayo 2013.

2.1.4.2. Zonificación secundaria

En el Programa Municipal de desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan, contempla los criterios generales de diseño que serán aplicados en las áreas comprendidas dentro del mismo y que se complementan con los criterios del Nivel Normativo del mismo.

Las áreas de reserva territorial son espacios que responden a los requerimientos de suelo urbano para satisfacer las necesidades de crecimiento de la ciudad de San Martín Texmelucan y su área de conurbación, que estarán constituidas principalmente por uso habitacional, comercio, uso mixto,

equipamiento, vialidades y áreas verdes dentro de lo general. En la tabla No. 7 se muestra el área que representa cada zona y su representación porcentual de zonificación secundaria.

Tabla No. 7. Zonificación Secundaria.

Zonificación Primaria	Uso	Hectáreas	%
Habitacional	H1	1,037.73	12.55
	H2	178.05	2.15
	H3	103.74	1.25
	H4	72.42	0.88
	H5	8.72	0.11
Comercial	Comercio	66.73	0.81
Industrial	Industria Ligera	4.18	0.05
	Industria Mediana	30.69	0.37
	Industria Pesada	258.01	3.12
Equipamiento Urbano	Equipamiento	162.63	1.97
	Mixto	11.30	0.14
Conservación	Agricultura de Riego	3,093.96	37.42
	Agricultura Temporal	1,062.96	12.85
	Barrancas	209.26	2.53
	Cuerpo de Agua	42.04	0.51
	Pastizal Inducido	48.22	0.58
	Reserva Ecológica	202.49	2.45
	Zona Arbolada Irreducible	219.03	2.65
Infraestructura	Derechos de Vía	361.25	4.37
Vialidades	Vialidades	470.71	5.69
Zona Arqueológica	Zona Arqueológica	9.34	0.11
Zona de Crecimiento	Zona de Crecimiento	615.49	7.44
Total General		8,268.93	100.00

Fuente: Elaboración propia extraída del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan, mayo 2013.

El uso habitacional abarca el porcentaje mayor de superficie y está destinado principalmente al sector social de escasos recursos de la población, con programas de vivienda de interés social, considerado también áreas para vivienda residencial.

El uso comercial tiene su importancia para el futuro crecimiento, se proponen en las áreas colindantes al proyecto del periférico y en cruce entre la autopista México–Puebla y el Arco Norte de la Ciudad de México (periferia del corredor industrial), considerando que se encuentra a un costado de la vía del ferrocarril y respetando los derechos de vía del gasoducto que también atraviesa la zona. Con lo anterior se dará equilibrio a las actividades de la población, en ocupación del espacio y de las vías de comunicación. Las áreas estarán cercadas a las viviendas, generadoras de subcentros urbanos, ya que presentan un esquema de interrelación con áreas de equipamiento y áreas verdes cercanas. Así se mejorarán las condiciones en actividades predominantes como el comercio y servicios.

El uso industrial está representado por edificios e instalaciones que contienen y dan soporte a las actividades fabriles, dependiendo del tamaño, las industrias generan concentraciones y traslados muy importantes de población, estos elementos se clasifican de acuerdo a su capacidad en ligera, mediana y pesada.

El equipamiento urbano está estratégicamente en áreas a servir, respondiendo a la densidad poblacional, distancias y tiempos de trayecto vehicular y peatonal; se deberá ser compatible con otros usos de suelo, respondiendo a características físicas del terreno y a la estructura vial que permita su fácil acceso.

El uso mixto se ubica principalmente en torno a vialidades principales, considerando el valor de tierra, así como la función urbana por lo que se considerarán corredores urbanos, que concentrará zonas importantes de comercio y servicios, respetando zonas de restricción o de valor arqueológico en caso de existir. En este sentido el uso mixto comprende la mezcla del comercio, servicios y vivienda optimizando de esta forma la infraestructura de las vialidades primarias.

La agricultura de riego consiste en el suministro de importantes cantidades de agua a los cultivos a través de diversos métodos artificiales de riego. Este tipo de agricultura requiere grandes inversiones económicas y una cuidada infraestructura hídrica: canales, acequias, aspersores, albercas, etc., que exige a su vez un desarrollo técnico avanzado. La agricultura temporal se practica principalmente en las zonas periféricas a Texmelucan, está limitada principalmente por la precipitación pluvial natural (temporada de lluvias), no es competitiva en el mercado debido a los bajos rendimientos.

Se consideran barranca, a la abertura de la corteza terrestre con laderas de pendiente abrupta formada por escurrimientos permanentes o intermitentes o por procesos geológicos, en cuyas laderas puede o no existir vegetación. Los diversos usos de suelo del programa se indican en la imagen No. 46, misma que forma parte del presente programa.

Imagen No. 46. Usos de Suelo establecido en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan.



Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan, mayo 2013.

En la zona noreste donde se establece nuestra propuesta de ciclovía CEGRAC – ITSSMT, podemos ver que su uso de suelo corresponde de equipamiento urbano el cual se muestra en color lila, pero sobre esta zona en verde ligero nos muestra una agricultura temporal, más al norte se encuentra el relleno sanitario (RS), zona de equipamiento y de crecimiento urbano que se muestra de color café, en líneas rojas se encuentran barrancas, al sur de la zona escolar se muestra un uso de suelo de crecimiento urbano, más abajo otra zona de equipamiento donde se ubica una unidad deportiva (UD), líneas de alta tensión y debajo de estas otra zona de crecimiento urbano. Este detalle lo podemos ver en la imagen No. 47.

Imagen No. 47. Usos de Suelo establecido en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan.



Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan, mayo 2013.

2.2. Situación técnica actual de movilidad urbana

Actualmente se habla más de movilidad urbana y lo que engloba ella, con esto se han promovido políticas y acciones para dar preferencia al peatón, realizar ciudades amigables con la sociedad y el medio ambiente, promover el uso de la bicicleta como modo de transporte e impulsar inversión en transporte público masivo.

Puebla en los últimos años se ha caracterizado como uno de los estados que ha apostado por la movilidad urbana sustentable. Ejemplo de ello, indicó, ha sido la implantación del modelo de calle completa en el bulevar forjadores, la modernización de la avenida Juárez y la creación de la línea 3 de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA), que ha privilegiado el cuidado del medio ambiente al incluir vehículos a gas natural y paraderos sustentables.

En cuanto a promover el uso de la bicicleta, en el municipio de Puebla se implementó un sistema de préstamo de bicicletas con ciclo-estaciones, el cual tiene como intención el proveer a la bicicleta como un medio alternativo de transporte a residentes locales y a quienes visiten la Ciudad de Puebla (ver imagen No.48). Las ciclo-estaciones que conforman el Sistema de Bicicletas Públicas aprovechan la energía solar y la flota de bicicletas son resistentes y muy cómodas.

Imagen No. 48. Usuario de Bici Puebla.



Fuente: Bici Puebla, 2007.

La ciudad de San Martín Texmelucan no ha existido la apuesta por las políticas de programas de movilidad, por lo cual existe un rezago importante en cuanto a lo hecho en ciudades como Puebla, San Pedro Cholula y San Andrés Cholula principalmente. Poco se ha trabajado para que exista una continuidad de proyectos municipales, sumado a la inexperiencia y poco conocimiento del tema de las autoridades que son los encargados en la toma de decisiones, han provocado que el crecimiento municipal se torne desorganizado y sin un plan de desarrollo urbano.

Actualmente la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de San Martín Texmelucan, únicamente tiene en el archivo, programas que podrían vincular el impulso de un programa de movilidad urbana en el municipio. La tarea es fuerte porque, si no logramos un cambio, se seguirán afectando a los ciudadanos con decisiones erróneas como hasta ahora lo han hecho las autoridades de todos los órganos políticos durante los últimos 15 años.

2.2.1. Reglamentos actuales

En el presente tema se proyectó investigar lo que el municipio de San Martín Texmelucan, tiene en materia reglamentaria para impulsar un desarrollo urbano y por ende la planeación de la movilidad urbana del municipio.

De acuerdo a lo que establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 27, el cual nos indica imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, además del mejoramiento de las condiciones de vida de la población por lo que dictara las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular conservación mejoramiento de los centros de población.

En la Constitución General de la República y en la Constitución Política del Estado de Puebla, se establece que los ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal los reglamentos y disposiciones administrativas que regulen los procedimientos, funciones y servicios públicos.

En la Ley Orgánica Municipal en su artículo 78, dispone a los ayuntamientos expedir bandos de policía y gobierno, reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general, referentes a su organización, funcionamiento, servicios públicos y demás asuntos de su competencia.

Poco se tiene al respecto a entorno a un Plan de Desarrollo Urbano, pero nos basaremos en lo que establecido y que está implementando el municipio de Puebla en materia de uso de la bicicleta.

En San Martín Texmelucan se cuenta con diferentes publicaciones que establecen fortalecimiento en temas concernientes a este trabajo, estos son:

- a) Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan, publicada en el Periódico Oficial del Estado de Puebla el viernes 10 de mayo de 2013. Establece en cuanto corresponde a la infraestructura vial, transporte y vía pública los siguientes puntos:
 - Se deberá determinar y acotar con precisión los límites entre el sistema vial y el urbano.
 - Toda circulación de los sistemas viales regionales y urbanos deberá alojar un sistema integral de señalización con carácter informativo, preventivo y restrictivo.
 - Se deberá prohibir estacionamientos en entrada de predios, frente a tomas de agua de emergencia y en doble fila principalmente.

- Se deberá prever en inmuebles de oficina, servicios y comercio dentro de su predio por lo menos un cajón de estacionamiento por vivienda.
- Se adopte el criterio de que el 24(%) por ciento del área urbana total debe ser destinada para vialidad.
- El 25(%) por ciento, del total dedicado a la vialidad urbana, deberá corresponder a la vialidad primaria.
- La vialidad primaria deberá ser trazada proporcionando continuidad a la circulación.
- La sección mínima para vías primarias de un solo sentido será de 12.00 metros.
- La sección mínima para vías de doble sentido será de 16.00 metros.
- La sección mínima para vías locales será de 8.00 metros.
- Se deberá dotar de estacionamientos a todos los inmuebles de acuerdo a su uso, destino superficie e intensidad de uso.
- Las carreteras federales de dos carriles tendrán un derecho de vía de 20.00 metros a partir del eje hacia cada lado, con tráfico intenso aumenta a 30.00 metros.
- Las carreteras estatales también tendrán un derecho de vía de 20.00 metros del eje a cada lado.
- No se deberá permitir ningún uso urbano sobre los derechos de vía de la infraestructura.
- Se permitirá, sobre los derechos de vía de la infraestructura, la preservación ecológica, la recreación masiva informal sin permitir estancias prolongadas o numerosas de personas, la vialidad en casos justificados, y los fines forestales y de cultivo.
- Las líneas ferroviarias tendrán un derecho de vía de 30.00 metros del eje de la vía hacia cada lado.
- Las vías públicas son inembargables, inalienables e imprescriptibles y sólo podrá cambiarse su destino en los casos y con las formalidades previstas por la ley.

- Se deberá respetar la estrategia de estructura vial del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Martín Texmelucan, dando prioridad a la continuidad de las vías y la construcción de las vialidades primarias.
- Las vías primarias con doble sentido y acceso controlado deberán construirse considerando como mínimo una sección de 30.00 metros.
- Las vías secundarias deberán tener una sección mínima de 20.00 metros.
- Deberá construirse como mínimo una vía colectora o principal cada 500.00 metros, en los nuevos asentamientos.
- En la conformación de las nuevas vialidades se utilizarán los materiales que más convengan según el tipo de servicio a que serán sometidas, tendiendo a reforzar la formación e implementación de eco-calles provistas de áreas verdes que ayuden a mitigar los efectos de la contaminación que coadyuven al mejoramiento de la imagen urbana y de la formación de micro ecosistemas que hagan más transitable ese tipo de espacios.

b) Reglamento de imagen urbana del municipio de San Martín Texmelucan, se está trabajando para su aprobación al cierre de la administración 2014 – 2018.

La imagen urbana está integrada por el conjunto de elementos que componen la ciudad; adicionalmente al valor histórico o al estado físico de las edificaciones, encontramos elementos relacionados con la percepción, disfrute e identificación de las personas. Debido a su ubicación e importancia estratégica, el Municipio de San Martín Texmelucan, se ha convertido en un polo atractivo para el desarrollo de inversiones comerciales, nuevas vías de comunicación con intensa actividad económica que impactan la dinámica y la imagen de la ciudad.

El reglamento de imagen urbana del municipio de San Martín Texmelucan, responde a la necesidad de regular con precisión los elementos publicitarios que

ahora conviven con la ciudad para lograr su integración con ella, además contribuye a la dignificación de la identidad, imagen y valores propios del municipio que se convertirán en atractivos e incentivos que promuevan el desarrollo sustentable y sostenible para la región.

Aún que el presente reglamento no atiende directamente las temáticas de lo que un Plan de Desarrollo Urbano o un Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS), si considera aspectos de consideración que forman parte de la alineación entorno a la movilidad urbana de manera indirecta como lo son en los capítulos donde hablan de la imagen urbana, el patrimonio cultural y el uso de la vía pública.

En el capítulo V del presente reglamento explica todo lo relacionado con el mantenimiento y conservación de la vía pública, lo relativo al entorno urbano, considerando toda la intervención en fachadas, modificaciones en las vialidades, plazas, jardines y áreas públicas. Se establece que se privilegiará al peatón sobre los vehículos, buscando dar mayor facilidad a los primeros; se habla de las características de la señalética horizontal y vertical; la reparación de los pavimentos de las banquetas, arrollo de calles o plazas con el objeto de mantener la armonía del conjunto urbano y arquitectónico; y los escalones y rampas de acceso no deberán obstaculizar el tránsito de peatones, promoviendo la incorporación de elementos que facilitan el tránsito y accesibilidad de todas las personas. El mobiliario urbano que se pretenda instalar en las zonas de mejoramiento urbano deberá ser diseñado para ser funcional y se prohíbe ubicar en los espacios públicos, elementos estorbosos que infieran con la actividad urbana y con el libre tránsito peatonal y de las personas con discapacidad.

En el capítulo VI habla que se garantizará que el uso de la vía pública no afecte la imagen urbana, monumentos y áreas naturales protegidas; además el ayuntamiento no autorizará aquellas actividades que impliquen el uso de la vía pública de las zonas de mejoramiento urbano en casos como: perturbe la paz

pública; cuando pretenda aumentar la superficie de un predio o de una construcción fuera de sus límites legales o sobre la vía pública; cuando se provoquen interferencias al libre circulación de peatones o vehículos; y cuando produzcan, directa o indirectamente, deterioro físico, alteración o afectación al mejoramiento urbano.

- c) Servicio de estacionamiento en la vía pública con parquímetros en la zona centro de San Martín Texmelucan.

El día 14 de julio de 2014 en sesión extraordinaria de cabildo, se aprueba por mayoría el servicio de parquímetros argumentando el bienestar de la población de municipio de San Martín Texmelucan, por lo que las vialidades que incluyen el estacionamiento de vehículos automotores que se realiza en las calles y avenidas de este municipio.

En su proyección se analizó que actualmente la cabecera municipal presentaba una importante saturación, originada por el desordenado uso que se da a los espacios públicos que la población utiliza para el estacionamiento de vehículos en calles y avenidas, lo que deriva en una escasa rotación de tiempos y recursos, por lo que es necesario contar con un servicio de manera general, uniforme y permanente.

Así mismo con la implementación del programa de parquímetros de acuerdo al cabildo, se contempló entre otras acciones mejorar la circulación en las calles principales de la zona centro que permita un ordenamiento de la circulación y flujo de vehículos en la zona. Considerando los siguientes beneficios en su propuesta de acción se contempló:

- Beneficios de movilidad: Desincentivar la afluencia masiva de automóviles en zonas de alta concentración de actividades, con esto se logra disminuir la congestión vehicular tanto en el área regulada como en el resto de la ciudad;

acortar los tiempos de búsqueda de estacionamiento para los automovilistas; aumentar el uso de transporte público y medios no motorizados en zonas de alta concentración de actividades.

- Beneficios sociales
- Beneficios económicos
- Beneficios ambientales

Sabemos que este tipo de medidas para su implementación, deberá ser eficiente en su ejecución y realizar adecuados estudios y una planeación viable, porque si se implemente incorrectamente corre el riesgo de no funcionar, caso de lo ocurrido en esta acción.

- d) Dictamen que emite la comisión de industria, comercio y fomento económico por el que se justifica y fundamenta la implementación de estrategias que contribuyan a la movilidad urbana del municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Considera las estrategias que contribuyen a la movilidad urbana del municipio, esto del resultado de la reunión que se tuvo con la secretaria del transporte, para resolver un poco el problema del transporte público que se tiene del primer cuadro de la ciudad.

En este dictamen manifiesta que toda vez que el municipio en el cual predomina el comercio, como principal actividad de sus habitantes y que por lo tanto es paso de una gran masa vehicular proveniente de diversos estados de la república; así como que la población de vehículos se ha disparado exponencialmente, causando con ello un caos vial. Así mismo debido a la existencia de un número importante de líneas de transporte público, se complica aún más la movilidad urbana del municipio, por lo tanto, resulta indispensable la implementación de diversas estrategias que coadyuven a la mejora del flujo vial, en

coordinación con las diversas instituciones tanto locales, estatales y federales en la materia.

Debido a la difícil y creciente movilidad, misma que se asocia a un patrón urbano cada vez más disperso, con poca mezcla de usos del suelo, actividades poco diversificadas, que propician un desorden territorial y que también esta movilidad cada vez más lenta afecta a la calidad del aire a la salud y a los usos del tiempo de todos los habitantes.

Todo el municipio se enfrenta a déficits de la red vial y de la red de transporte, debido al obsoleto trazado, diseño, organización e incremento de las capacidades de ambas redes, la vial y la de transporte. El incremento constante de automotores, además del patrón urbano disperso, obliga a realizar traslados cada vez más largos y cada vez más lentos, afectando de manera directa a las vialidades primarias, pero también a las vialidades alternas.

La movilidad se sustenta actualmente en una estructura urbana distorsionada, con altos costos ambientales, desorden en las rutas y de inseguridad para los usuarios, además dicha estructura utiliza de manera desventajosa a las vialidades primarias que son saturadas por los autos de uso particular y del transporte público.

Otro gran obstáculo para la movilidad urbana es la red deficiente de vialidad, rebasada por mucho con la gran cantidad de vehículos existentes, con fallas de integración para facilitar transferencias en los modos de transporte, entre las vialidades primarias y las secundarias, donde a su saturación se le suman las deficiencias de regulación del tráfico, así como la escasa cultura vial que colabora a incrementar los congestionamientos viales, el resultado es una saturación crónica y la consiguiente reducción de velocidad junto a un mayor impacto ambiental.

Estos motivos en el presente dictamen, fueron los argumentos para la implementación de diversas estrategias, planes y programas que contribuyan al desarrollo de una movilidad urbana digna de los habitantes y visitantes del municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. Por lo que se dictaminó:

- Primero. - Que toda vez que es necesario resolver los problemas que atacan a la movilidad urbana del municipio, debe iniciarse la creación de las estrategias, planes, programas, etc.; necesarios para lograr tal fin.
- Segundo. - que a consideración de la comisión de industria comercio y fomento económico, el dictamen presentado se encuentra debidamente fundamentado y motivado, por lo que el mismo deberá aprobarse en todos sus términos, en virtud de los razonamientos de hecho y de derecho que lo robustecen.

Este dictamen tuvo como importancia ser aprobado el 17 de diciembre de 2014, en sesión ordinaria de cabildo para así iniciar el programa de reordenamiento del transporte público con la finalidad de ejecutar obras en el centro, por lo saturado del primer cuadro, su intención tenía como objetivo también, pasar a la central de autobuses gran parte del transporte y también con esto mandar una parte del ambulante a esa zona puesto que indirectamente donde está el transporte también se mueven los comerciantes desde la vía pública.

Podemos hacer mención como comparación que la ciudad de Puebla avanzó significativamente, al actualizar dentro del reglamento de tránsito municipal, aspectos de movilidad incluyendo los que tienen que ver con el uso de la bicicleta. Con la finalidad de llevar una convivencia armónica dentro del espacio urbano y mejorar la dinámica de movilidad de todos los habitantes de Puebla, se establecieron derechos y obligaciones asentados en el Código Reglamentario Municipal, en el capítulo 10 concerniente a seguridad vial y tránsito municipal.

2.2.2. Proyectos de mejora existente

Las últimas propuestas de proyectos relacionados al desarrollo urbano, se encontraron dentro del Plan de Desarrollo Municipal 2011 – 2014 del municipio de San Martín Texmelucan; primero realiza un diagnóstico vial, del cual en el eje 3 establece lo siguiente: La carretera Federal 190 México – Puebla, que cruza la cabecera municipal, genera un tránsito intenso y conflictivo con las vialidades primarias y secundarias en la zona urbana, provocando principalmente por la composición vehicular de vehículos ligeros y de carga, con viajes de carácter urbano, regional, estatal y federal. Además de servir para contener el tránsito local de atracción de viajes que los usos de suelo generan un tránsito de paso de destinos urbanos, suburbanos, regionales y foráneos. Presenta la mayor proporción del volumen vehicular de la ciudad que va de 300 a 500 vehículos en hora de máxima demanda (VHMD) por sentido, con una composición vehicular de tipo ligero y pesado de carga y pasajeros. Esta situación se ve acrecentada los días martes y sábado cuando el tianguis causa un impacto vial importante, llegando a disminuir la capacidad de la vía con velocidades que van de 5 a 10 kilómetros por hora.

Respecto al diagnóstico descrito en el Plan de Desarrollo Municipal 2011 - 2014, se estableció como banco de proyectos:

- a) El Libramiento Sur en el tramo carretera San Juan Tuxco a la carretera San Salvador el Verde, el Libramiento norte prolongación de la Avenida Miguel Lardizábal hasta la carretera Federal México – Puebla; en ambos casos su objetivo, fue desahogar el tránsito vehicular en el centro de la ciudad y optimizar la movilidad urbana (de estos proyectos únicamente se ejecutó el primero).
- b) La construcción de 8 puentes peatonales en la avenida libertad debido a la carencia de cultura de respeto hacia el peatón, accidentes viales recurrentes en la cual buscaban optimizar el flujo vehicular y evitar riesgos del peatón (de este planteamiento únicamente se ejecutaron 3 puentes

peatonales, financiados por el complejo petroquímico Independencia PEMEX).

En ambos proyectos se percibe la poca o nula visión que engloba la movilidad urbana; con respecto a los puentes a nivel, sabemos que esa medida no ayuda a impulsar la movilidad, al contrario le está dando preferencia al vehículo automotor y por ende no se está respetando la pirámide de movilidad urbana, el cual le da preferencia al peatón. Mientras que en ciudades más desarrolladas se están tirando puentes, San Martín Texmelucan dio un paso atrás a las políticas de desarrollo urbano.

La ejecución del programa estatal llamado “Mejoramiento de la Imagen Urbana en la región”, fue el que estableció que existieran acciones de mejora ejecutadas en el H. Ayuntamiento de San Martín Texmelucan 2014 – 2018 a favor del turismo principalmente y en cuanto a la movilidad urbana, tiene una aportación de forma indirecta, por lo que no se estableció como una apuesta entorno de esta temática. Los trabajos consistieron en restauración, reparación, acabados y pintura de fachadas; ductos y cableado subterráneo en áreas proyectadas; pavimentación con concreto hidráulico estampado; construcción de guarniciones y banquetas amplias; rehabilitación de infraestructura hidro-sanitaria urbana; alumbrado público, así como suministro y colocación de mobiliario urbano, incluye señalización horizontal y vertical.

Dentro de su programa de obra, se proyectó ejecutar las actividades en cuatro etapas bajo un esquema 2 a 1, el cual entre el gobierno del estado y el gobierno municipal aportan los recursos económicos para solventar esta inversión de obra pública. El esquema del proyecto como lo rige el programa llamado “Mejoramiento de la Imagen Urbana en la región”, son ellos quien establecen los planos del proyecto y el municipio ejecuta y supervisa los trabajos. La ejecución de las diversas etapas se visualiza en la imagen No. 49.

Imagen No. 49. Etapas de ejecución del Programa de Mejoramiento de la Imagen Urbana en San Martín Texmelucan.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps, agosto 2018.

La primera etapa se ejecutó de febrero hasta agosto de 2015, la cual contempló las calles José María Morelos, Hidalgo y el callejón de Veraza; la segunda etapa se ejecutó de enero hasta agosto de 2016, la cual contempló las calles 5 de mayo, reforma oriente, Independencia, Zaragoza, Benito Juárez y la avenida Libertad en su tramo de Zaragoza a Florencio Espinoza; la tercera etapa se ejecutó de septiembre de 2016 hasta enero de 2017, la cual contempló la avenida Libertad en su tramo de 16 de septiembre a Zaragoza; y finalmente la cuarta etapa se ejecutó de enero hasta mayo de 2018, la cual contempló avenida Libertad en su tramo de Florencio Espinoza al cruce de El Carmen. A continuación, presentamos en las imágenes No. 50, 51 y 52 los antes y después en la ejecución del programa de “Mejoramiento de la Imagen Urbana en la región”.

Imagen No. 50. Resultado de la 1ra. Etapa (calle Morelos oriente) del Programa de Mejoramiento de la Imagen Urbana.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps, agosto 2018.

Imagen No. 51. Resultado de la 2da. Etapa (Calle Benito Juárez) del Programa de Mejoramiento de la Imagen Urbana.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps, agosto 2018.

Imagen No. 52. Resultado de la 1ra. Etapa (calle Hidalgo) del Programa de Mejoramiento de la Imagen Urbana.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps, agosto 2018.

El ordenamiento de transporte público urbano y foráneo, dentro de las calles del primer cuadro de la ciudad representa un importante reto para establecer accesibilidad y movilidad dentro del municipio. Por esta razón la administración municipal 2014 – 2018, trabajo con una propuesta para establecer 3 puntos en la periferia de San Martín Texmelucan, para atender al transporte público que ingresa y generar caos, dentro del primer cuadro de la ciudad.

Esta propuesta a explicación de la regiduría de fomento económico, se muestra en la imagen No. 53 establece ubicar al transporte proveniente del norponiente principalmente como Santa Rita Tlahuapan, San Cristóbal Tepatlaxco, San Matías Tlalancaleca, San Lucas el Grande, San Rafael Tlanalapan en el punto 1; a los provenientes del norte y oriente estado de Tlaxcala principalmente como Ixtacuixtla, Tepetitla, Nativitas y la ciudad de Tlaxcala en el punto 2; y los provenientes del sur oriente y poniente principalmente como Huejotzingo, Chiatzingo y la Ciudad de Puebla en el punto 3.

Imagen No. 53. Propuestas para establecer paraderos del transporte público en el municipio.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, agosto 2018.

Este proyecto para comenzar se pretende ejecutar con capital de empresarios de la región y por el momento la primera implementación se trabajó en el punto 2 del anterior mapa, para combatir las casi 1,300 unidades del servicio público provenientes del estado de Tlaxcala.

Las acciones que se están ejecutando es retirar las llamadas bases de operación de las vagonetas del Estado de Tlaxcala que se ubicaban en calles del centro de la ciudad para establecerlas en el punto 2, el cual de paso es el camino de estudio de la propuesta de ciclovía y que se sabe nos conduce a la zona de estudio de la Preparatoria UPAEP, CEGRAC, ITSSMT, Unidad Deportiva Bicentenario y se tiene proyección de que igual se ubicará en esa zona el campus de la BUAP.

Lamentablemente la definición de un proyecto de ejecución no ha resultado adecuada, porque a meses de establecer por cabildo la aprobación de este lugar como instalación de paradero, hasta ahora no se ha ejecutado y por ende es un proyecto más que queda estancado en la presente administración municipal.

2.2.3. Dificultades existentes

Desde el inicio la administración 2014 – 2018 a través de la regiduría de Fomento Económico, se comenzó a plantear estrategias que contribuyeran a la movilidad urbana del municipio, lamentablemente las propuestas quedaron abandonadas y en buenas intenciones; para concretar medidas eficaces se requiere un compromiso de todas las áreas correspondientes del ayuntamiento, incluyendo principalmente de quien toma las decisiones.

Pero este resultado no es propio y exclusivamente de la presente administración municipal, a lo largo de los últimos 20 años en San Martín Texmelucan, ha existido diferentes proyectos ideológicos que, en lugar de implementar mejoras, pareciera que cada nueva administración comienza sin ninguna experiencia y si a este fenómeno se le suma que no existen los funcionarios especializados en temáticas de movilidad y desarrollo urbano esto ha desatado no lograr proyectos que den continuidad en diferentes temas provocando el desorden en el que se encuentra el municipio.

La falta de seguimiento a obras ejecutadas como el de imagen urbana, que resultaba una excelente oportunidad para establecer las normas, las obras de infraestructura que a la par conjuntarán acciones de movilidad, que generaran orden y apoyo a los grupos más vulnerables de la pirámide de movilidad; por esta razón todo aquello que parecía ser la oportunidad de lograr acciones a favor, se revirtió negativamente a falta de funcionarios públicos comprometidos y capacitados para atender los temas correspondientes.

Otra problemática es el comercial informal que hoy caracteriza al municipio, que en vez de propiciar una fuerte economía para los habitantes, genera una serie de problemas que hacen ineficiente la seguridad, el comercio formal, la imagen

urbana y por supuesto la movilidad en todas sus modalidades. Una de las vialidades importantes del municipio es la calle 16 de septiembre que del lado oriente conecta al municipio de norte a sur, pero que debido a este fenómeno de comercio informal genera caos y conflictos de movilidad urbana (ver imagen No. 54).

Imagen No. 54. Comercio Informal en calle 16 de septiembre.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps, agosto 2018.

Otro factor que influye en la problemática de movilidad urbana en el municipio, es el ordenamiento del transporte público para el servicio foráneo y urbano; este fenómeno se percibe en diversos puntos importantes de la zona centro del municipio se permiten puntos donde se establecen bases y paraderos, lo que provoca caos, inseguridad del sector más vulnerable de la pirámide de movilidad (ver imagen No.55).

Imagen No. 55. Comercio Informal en calle 16 de septiembre.



Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps, agosto 2018.

La falta de un plan de desarrollo urbano también impacta de forma contundente, debido a que no se ha tenido la ruta crítica a seguir, las malas gestiones y la poca disponibilidad nos encaminan cada vez al caos vial y la ineficiente movilidad.

San Martín Texmelucan por su importancia estratégica y por su número de población que en el estado de Puebla representa el tercer municipio con más habitantes, necesita de acciones que lo impulsen como una ciudad que a través de acciones eficaces promueva la movilidad urbana y que con esto catapulte el comercio, el cual es característica importante del municipio desde su fundación.

3. ANÁLISIS DE LA INCURSIÓN DE CICLOVÍA ITSSMT – CEGRAC PARA LA MOVILIDAD URBANA DE ESTUDIANTES, COMO MEDIO DE TRANSPORTE ALTERNATIVO.

La elaboración de este capítulo lo integran los factores que hacen posible el análisis del diagnóstico de la movilidad urbana en nuestra zona proyectada, se estudió como los/as estudiantes principalmente se muevan de un lugar de origen a otro con un lugar de destino específico (ITSSMT o CEGRAC), al mismo tiempo notaremos como influye los diversos orígenes, horarios establecidos, actividades, tiempos de trayecto y costo generado para el desplazamiento.

La movilidad cotidiana de una población constituye un elemento de gran interés en el estudio de diferentes temas, útiles para la planeación de la infraestructura vial, la relación entre estructura urbana y desplazamientos, así como para el análisis de los vínculos entre características sociodemográficas y movilidad habitual.

La infraestructura juega un papel importante como soporte físico para efectuar todo tipo de desplazamiento en la ciudad, sus características físicas, jerarquización y seguridad vial para el tránsito, la composición del transporte como lo es la circulación de todo tipo de transporte urbano.

Este diagnóstico presentará el área de estudio para después presentar dos aspectos, la primera tiene que ver con estudios del transporte como lo son su composición, encuestas origen destino (EOD), ascenso y descenso, frecuencia de paso, índice de ocupación e identificar paraderos y bases del transporte público actual; el segundo aspecto consiste en las características del tránsito como los son aforos vehicular y peatonal, fases semafóricas; con estos estudios comprobaremos si es viable la selección de ruta, los niveles de servicio y la percepción del uso de la bicicleta.

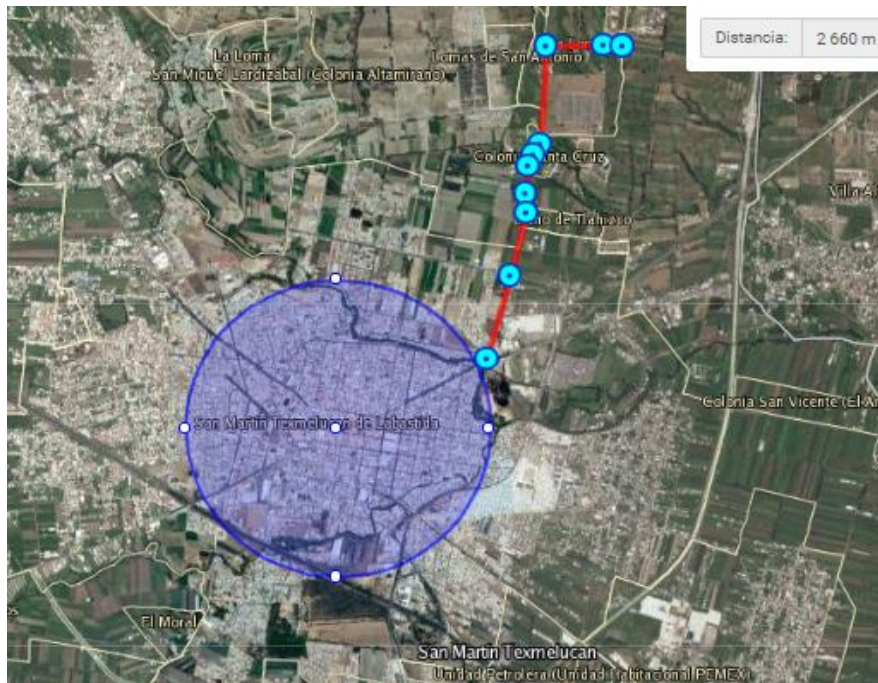
3.1. Área de estudio

La ciudad de San Martín Texmelucan está constituida por la zona urbana y conurbada, la cual corresponde a la expansión físico territorial, principalmente entre el municipio de San Martín Texmelucan con municipios del estado de Puebla como San Salvador el Verde, San Matías Tlalancaleca, San Felipe Teotlalcingo, Santa Rita Tlahuapan, Huejotzingo y San Lorenzo Chiautzingo; y con municipios del estado de Tlaxcala como Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tepetitla de Lardizábal, Santa Ana Nopalucan, Nativitas y Españita.

El área de estudio de este grupo de municipios para la propuesta de ciclo vía, se encuentra determinado por la ubicación especialmente en el camino de acceso a los planteles educativos del nivel medio superior y superior del CEGRAC e ITSSMT en el Municipio de San Martín Texmelucan, en los linderos del municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros en el estado de Tlaxcala.

Esta propuesta se incorporará en la infraestructura actual y existente, es decir como se muestra en la imagen que se trabajó en el apartado de Espacios y Datos de México de INEGI y el cual se muestra en la imagen No. 56, en donde muestra la ubicación de los centros educativos, que se indican al final de la ruta marcada en línea roja (con sus aproximados 2,650 metros), con respecto a la mancha urbana que es una circunferencia en azul con 1km de radio con centro en el zócalo del municipio. La línea roja indicada será la ruta de estudio para implementar la propuesta de ciclo vía.

Imagen No. 56. Vista del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, junio 2018

Un aspecto importante para la integración de la propuesta de ciclovía ITSSMT – CEGRAC, es conocer el espacio físico que utilizaremos para realizar los estudios que servirán para hacer los planteamientos del presente trabajo.

El tener definida a la población a la que está enfocado este estudio, facilita establecer un lugar físico en donde se proyectará la propuesta. La ubicación es importante, para únicamente atender y enfocarse a una zona delimitada de trabajo, se tomará en cuenta los accesos a los centros de educativos y las intersecciones cercanas de importancia.

La decisión del tamaño del área de estudio del presente trabajo, fue analizada de acuerdo a la necesidad de atender principalmente a los estudiantes a los que estará enfocada la propuesta de ciclovía.

Localizar el área de estudio, representa un factor relevante, ya que en ella se propondrán la propuesta a la población estudiantil, considerando la zona de

interacción social, que también servirá como puntos de entrada y salida para los desplazamientos urbanos del municipio.

Con base en los mapas anteriores, en relación a la ruta marcada en azul, que establece la propuesta de ciclovía por medio de los centros educativos de nivel media superior y superior del CEGRAC e ITSSMT respectivamente, se analizarán más adelante las localidades conurbadas a la cual se dirigirá el presente trabajo.

3.2. Estudios de Transporte

Es importante la disponibilidad de información cuantitativa, fiable y actualizada, esto relativo a las características de los sistemas y demanda del transporte, esto resulta fundamental para tomar decisiones razonables y oportunas con respecto a lo que engloba su gestión, planificación y expansión de sistemas de transporte preferentemente el urbano.

La planeación del transporte pretende dar óptimo uso a la infraestructura vial y medios de transporte, de tal forma que se atiendan las necesidades de movilidad de la población. Las encuestas origen – destino (EOD) aportan información básica e indispensable para la formulación y estimación del diseño y evaluación económica de proyectos, además de obtener información relevante a la hora de decidir sobre políticas públicas del transporte; el conocer la composición actual del transporte nos ayuda a visualizar el comportamiento vial que generan en las ciudades; otros estudios nos aportarán el comportamiento específico de la eficiencia de la zona de estudio como lo son estudios de tiempos de recorrido, ascenso y descenso, índice de ocupación y frecuencia de paso.

En estudiantes del ITSSMT y del CEGRAC, un factor importante son las características socioeconómicas de sus familias, por lo cual resulta valioso obtener diversa información para plantear escenarios en el sistema de transporte. Estos aspectos cuando son bien estudiados son generadores de cambios que influyen en

aspectos importantes para mitigar todas las externalidades que provocan en la sociedad.

Para justificar la necesidad de una ruta de transporte, o la implementación de un nuevo modo de transporte (como el uso de la bicicleta) es necesario determinar la demanda actual y futura del sistema, y su cubrimiento; es decir, analizar la oferta actual y la necesaria para brindar un servicio eficiente, cómodo, seguro y económico.

3.2.1. Encuesta Origen – Destino

Las Encuestas de Origen y Destino (EOD) son una fuente de información no solo del volumen y dirección de los flujos, sino también proporcionan una imagen detallada de los patrones de viajes de los residentes de una ciudad durante un tiempo determinado.

La encuesta Origen y Destino (EOD) del presente trabajo, tiene como objetivo, obtener información que permita conocer la problemática y requerimientos que ayude en la movilidad urbana actual de los usuarios que por motivo de estudio o trabajo genera dificultades que afectan costos y tiempos de traslados.

En la zona propuesta para la implementación de la ciclovía ITSSMT – CEGRAC, con ayuda de las encuestas Origen y Destino se analizaron sus características como duración, gasto, medios de transporte y otros aspectos para conocer la percepción de los posibles usuarios.

Sabemos que el alcance de una encuesta origen – destino debe servir como un documento fundamental cuyo propósito sea el de mejorar la movilidad urbana. En el caso particular del presente trabajo se elaboró con un enfoque al uso de la bicicleta con un fin de proponer resultados concretos que se reflejen en mejoras de

la calidad de vida en los beneficiarios directos a la propuesta de ciclovía ITSSMT – CEGRAC.

Se realizó una encuesta con un muestreo a 295 personas que utilizan con fines de estudio o trabajo; si tomamos en cuenta que entre las dos poblaciones educativas se tiene alrededor de 2,962 personas la muestra de este proyecto se hace con la representación del 10% del total de usuarios que tendrían esta nueva opción para desplazarse como modo de transporte.

Las encuestas se establecieron en dos modalidades para saber aspectos estadísticos de análisis. La primera modalidad de encuesta se realizó de forma presencial el día 20 de junio del 2018, la entrevista fue directa en puntos importantes de concurrencia de personas que acuden a los centros educativos (ver imagen No. 57).

Imagen No. 57. Encuesta presencial Origen – Destino.



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

La segunda modalidad se realizó por la red social Facebook mediante una aplicación de encuesta del 02 al 09 de julio de 2018, la cual participaron 200 usuarios en la imagen No. 58 se visualiza el espacio de difusión y en la imagen No. 59 notamos el tiempo que empleo el encuestado además de conocer el medio de respuesta a la encuesta (EOD) el cual podemos demostrar lo práctico y fácil que es utilizar las redes sociales siempre y cuando se dé un control para que la muestra se contestada exclusivamente da la población involucrada en nuestra área de estudio.

Imagen No. 58. Encuesta en línea (Facebook) Origen – Destino.

Javier Blancas 😊 se siente muy bien.
6 de julio · 👤 · ▼

Únicamente alumnos o trabajadores del ITSSMT o el CEGRAC:
Les pido me apoyen por favor a contestar una encuesta breve (no más de 4 minutos de tomará contestar), es para mi trabajo de tesis.
Gracias a quienes ya me apoyaron

www.revistafina.com.ar

ENCUESTA_FBAPP:IO
ENCUESTA: Encuesta Origen - Destino (Ciclovia ITSSMT-CEGRAC)

👍❤️ 28 2 comentarios · 3 veces compartido

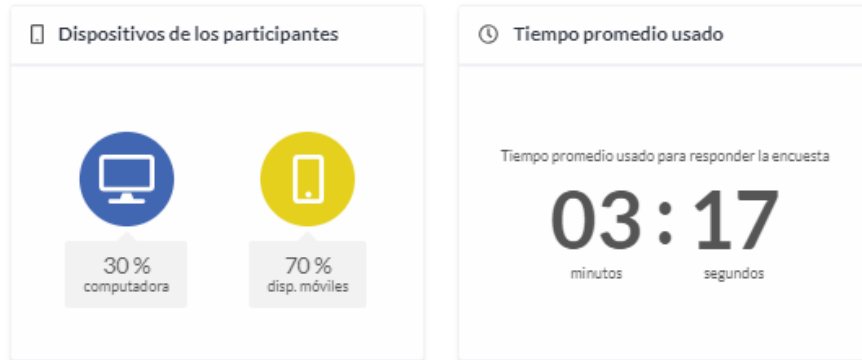
👍 Me encanta 💬 Comentar ➦ Compartir

Kafer Herrera Yp 🇵🇷 1
Me encanta · Responder · 4 sem

Julio Cesar Flores Gutierrez listo master 🇵🇷 1
Me encanta · Responder · 4 sem

Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Imagen No. 59. Tiempo y dispositivo en EOD – Facebook.

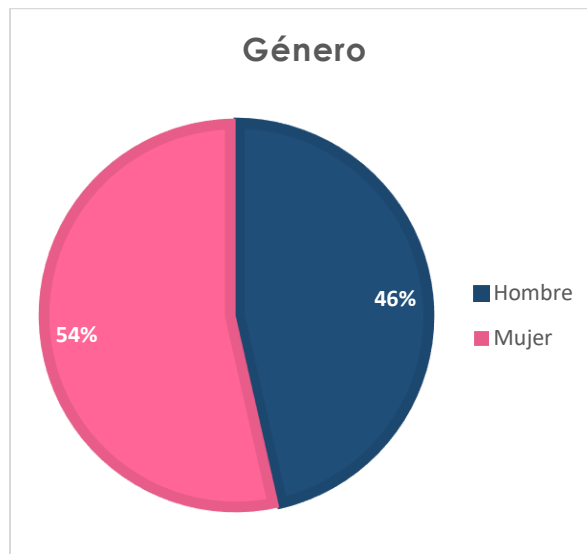


Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Las encuestas apoyaron a la identificación de los problemas del área de interés, con ello demostraremos que la propuesta de implementación de ciclovía ITSSMT – CEGRAC, es una buena alternativa que ayudará a mejorar en costos y tiempos de traslados.

La muestra de la encuesta, tuvo la partición de 158 mujeres y 137 hombres los cuales representan un porcentaje de igualdad de género (ver en la gráfica No. 10), ya que el uso de la bicicleta es una herramienta incluyente con toda la sociedad.

Gráfica No. 10. Participación por género de la encuesta.

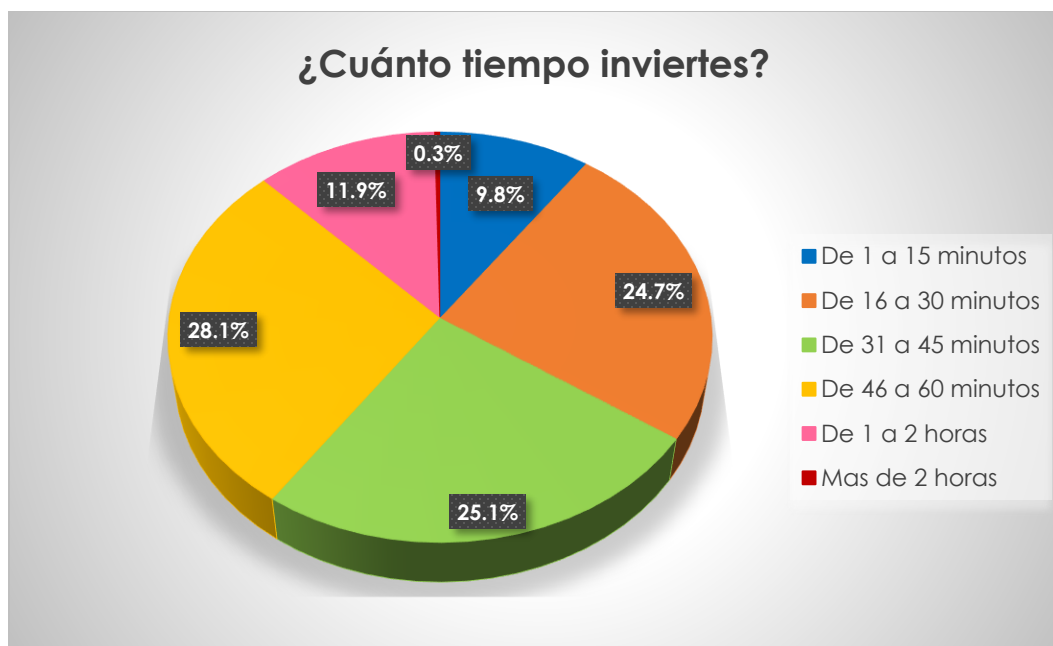


Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Es importante tener un mejor aprovechamiento de nuestro tiempo al trasladarnos a nuestros centros de estudio o trabajo, ya que con esto se tendría mayor rendimiento y satisfacción en nuestras actividades posteriores. Para ello es importante brindar otras alternativas en modalidades de transporte, es por eso que se trabajará en proponer una opción de ciclovía con las condiciones adecuadas para atender esta temática.

En nuestra encuesta Origen y Destino se realizó una pregunta, la cual se enfocó en saber, cuánto tiempo el usuario invierte de forma diaria al realizar su desplazamiento desde su lugar de origen a su destino (ITSSMT o CEGRAC), utilizando los diferentes modos de transporte que emplea cada entrevistado. La respuesta nos ayuda a saber la eficiencia de movilidad que actualmente realizan los futuros usuarios (ver gráfica No. 11).

Gráfica No. 11. Tiempo que invierten las personas que estudian o trabajan en el ITSSMT o CEGRAC.



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

El bloque fuerte de tiempo que se invierte es de entre 16 a 60 minutos, esto representa el 75 % de nuestros participantes. Es importante conocer cuánto tiempo realizan nuestros posibles usuarios y en general saber la inversión de tiempo resultará de gran aportación, la cual se deberá considerar para quienes abanderan proyectos futuros de movilidad específicamente de uso de la bicicleta, hasta lograr toda una red de ciclista en el municipio, que haga movernos de forma saludable, apoyando al medio ambiente y haciendo más eficiente nuestros traslados.

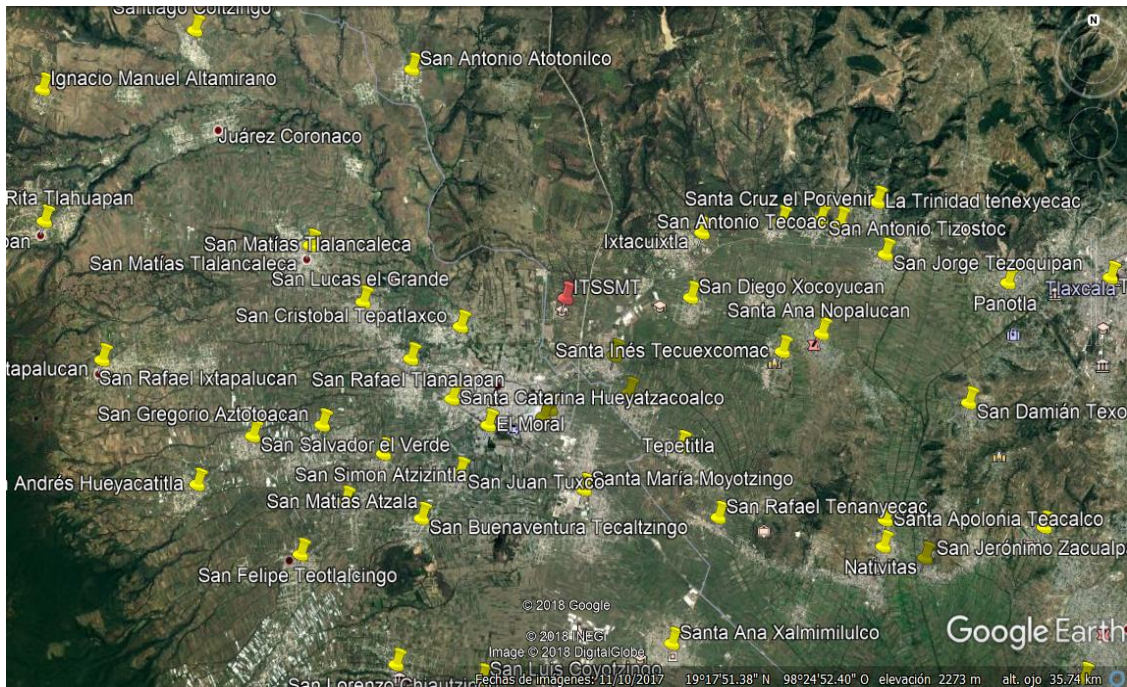
Saber el lugar de origen de los futuros usuarios, es importante en la encuesta (EOD), por eso también se analizó entre los entrevistados. De las personas de la muestra que contestó las encuestas (EOD), se ubicaron las poblaciones que representan la procedencia de donde se desplazan las personas que acuden al ITSSMT o al CEGRAC principalmente por motivo de estudios o de trabajo.

De este análisis se arrojan datos sobre las poblaciones conurbadas que diariamente hacen el traslado de personas con fines de estudio o trabajo al TSSMT o CEGRAC, los cuales se representan en la imagen No. 60, el lugar de procedencia de los encuestados tiene un marcador de posición en color amarillo y al centro se con un marcador de posición en color rojo representa el lugar al de atracción (ITSSMT o CEGRAC).

Se analiza que el ITSSMT principalmente por ofertar educación de nivel superior entre la región, cubre a una extensa población de estudiantes, que en muchas ocasiones por sus condiciones económicas o por su accesibilidad, deciden tomar sus estudios profesionales en el municipio de San Martín Texmelucan.

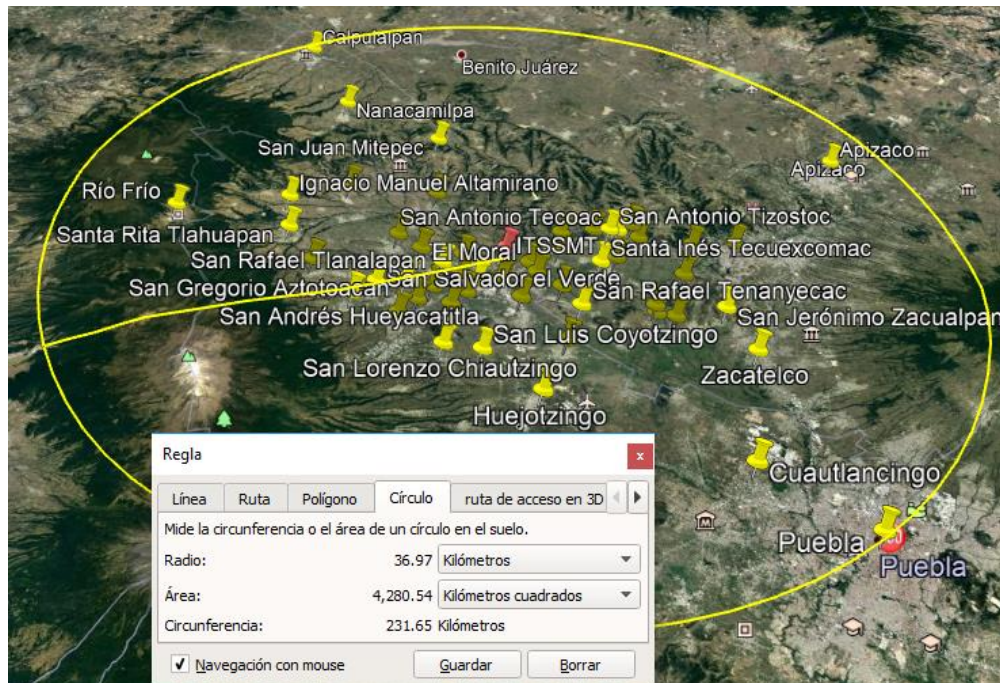
El estudio de la propuesta de ciclovía considera al ITSSMT y CEGRAC como centros de atracción y al analizar su cobertura para la región, notamos un área a la redonda como lo indicamos en la imagen No. 61, el cual muestra que hay un radio con centro en el ITSSMT–CEGRAC para conocer la procedencia de los entrevistados de 37 km. en un área de 4,280 km² aproximadamente.

Imagen No. 60. Lugar de procedencia de los encuestados.



Fuente: Google Earth, junio 2018.

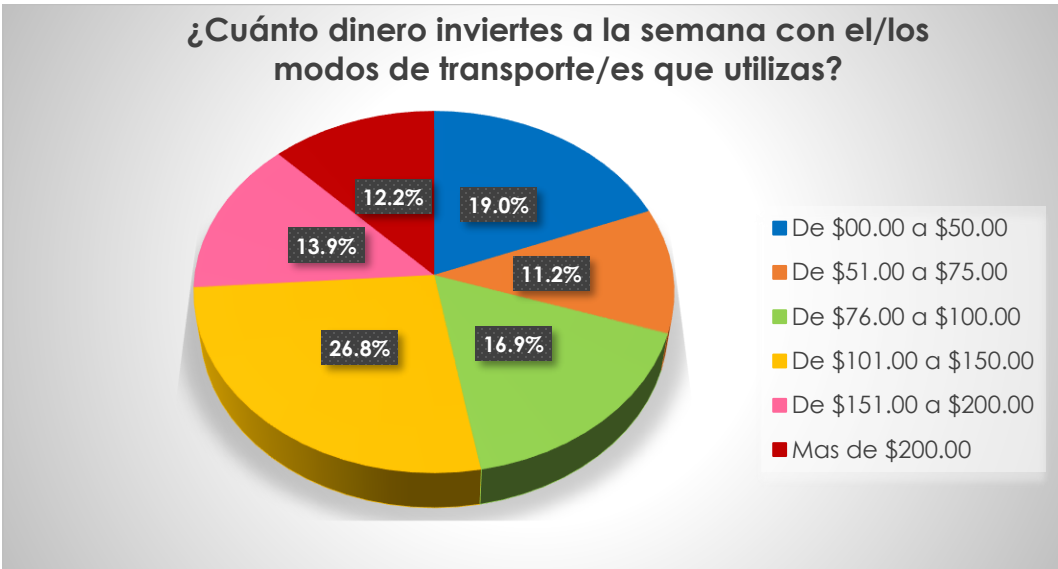
Imagen No. 61. Lugar de procedencia de los encuestados.



Fuente: Google Earth, junio 2018.

El factor económico entre los estudiantes representa un punto importante de consideración para atender las necesidades de educación superior en la región, es por ello que existe una relevancia en conocer cuánto es la inversión que actualmente se realiza considerando que se atiende a una población escolar con problemas económicos en un alto porcentaje. De esta consideración en la encuesta (EOD) se preguntó rangos de inversión semanales únicamente de transporte, los cuales se expresan en la gráfica No. 12; se observa que el 47.12 % realiza un gasto semanal máximo de \$100.00 y que solo el 26.10 % realiza un gasto semana superior a los \$150.00.

Gráfica No. 12. Dinero que invierten las personas que estudian o trabajan en el ITSSMT o CEGRAC.



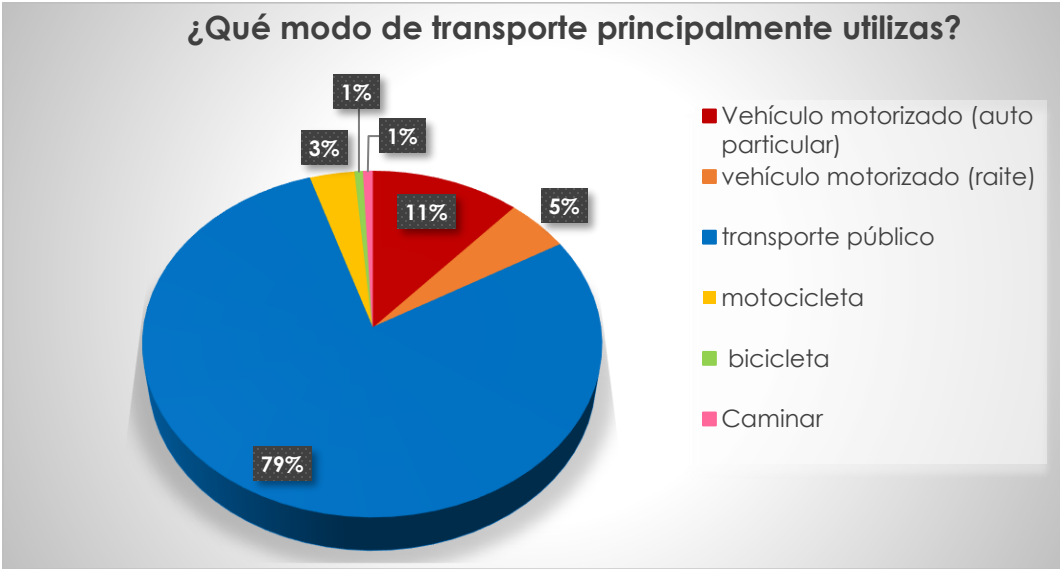
Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Es importante analizar si conviene invertir en infraestructura de otros modos de transporte como la que promueva el uso de la bicicleta, para analizar si es factible su implementación. Por ejemplo, actualmente todos los que usan transporte público semanalmente invierten de entre \$50.00 a \$60.00 viajando de lunes a viernes o incluyendo en otros casos el sábado. Para algunos estudiantes esto representaría reducción de la mitad de lo invertido actualmente, en otros casos significaría cero

inversiones si es que provienen de alguna colonia del municipio de San Martín Texmelucan y para otro porcentaje únicamente realizarían un cambio modal del transporte desde su población origen, ahorrando solo la tarifa antes analizada.

Para afirmar el análisis anterior se incluyó en la encuesta EOD, la pregunta para saber qué tipo de transporte utiliza principalmente nuestros usuarios, en la gráfica No. 13 podemos verificar que en el transporte público es utilizado preferentemente en un 79 %, otro dato importante que se analiza es que considerando vehículos particulares propios y raites junto al transporte público obtenemos un 95 % y cuando le agregamos el uso de la motocicleta hacemos un 98 % de uso de un parque vehicular motorizado, únicamente el caminar y andar en bicicleta representarían un 1 % cada uno.

Gráfica No. 13. Modo de transporte que utilizan las personas que estudian o trabajan en el ITSSMT o CEGRAC.



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

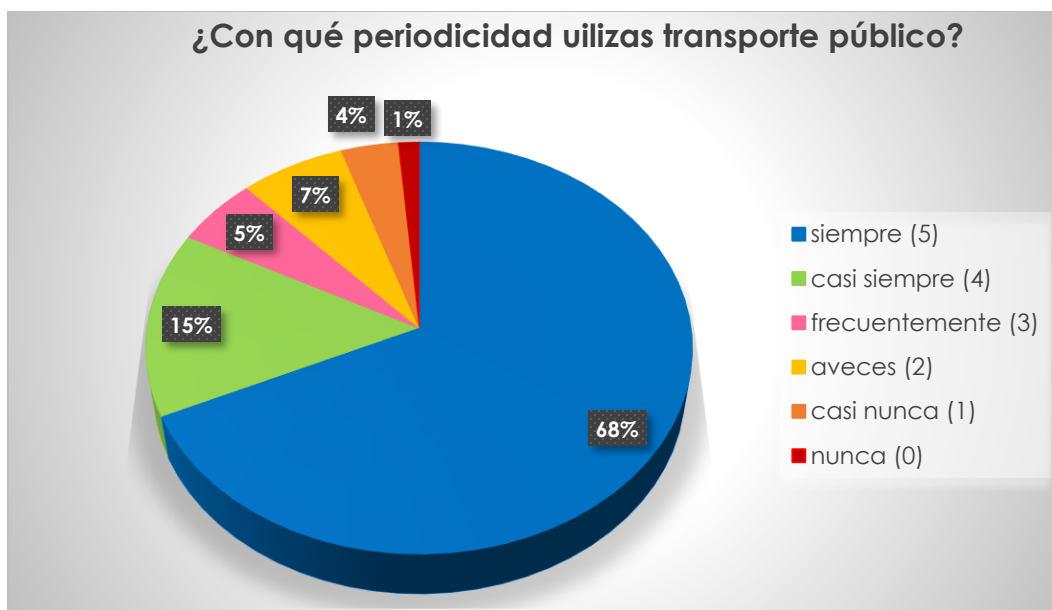
Es por ello que resulta importante hacer acciones en mejoras del transporte público ya que este cubre la mayor parte de la forma en transportarse de los usuarios y además ver al uso de la bicicleta como una alternativa que sea la opción

segura, económica, saludable y sustentable para el beneficio de los usuarios del ITSSMT y CEGRAC.

Sabemos que, de la anterior pregunta, no es limitativo las diferentes formas de transportarse a estos destinos de estudio o trabajo, por eso para detallar más el comportamiento del actual usuario, se analizó tres casos de modos de transporte para saber con qué periodicidad es su utilización, para ello en las gráficas No. 14, 15 y 16 las cuales muestran el análisis en transporte público, auto privado y bicicleta respectivamente.

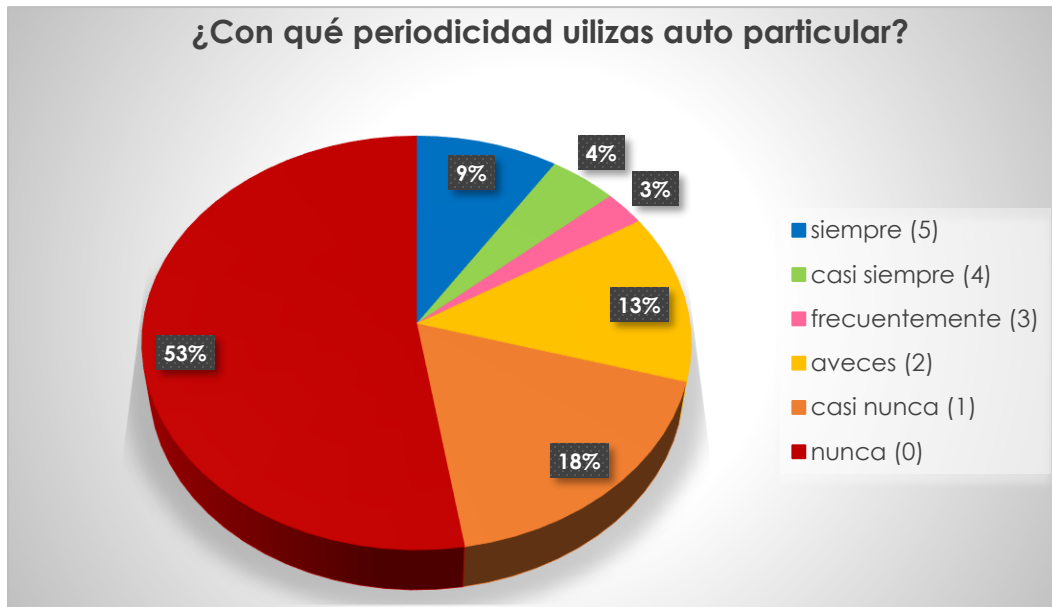
En las siguientes gráficas que a continuación se muestran, sabremos como se utiliza cada uno de los modos de transporte que analizaremos, conociendo a toda la muestra de la encuesta y así proyectar el actual funcionamiento y comportamiento de cada uno de ellos en esta zona educativa.

Gráfica No. 14. Periodicidad en que utilizan el transporte público las personas que estudian o trabajan en el ITSSMT o CEGRAC.



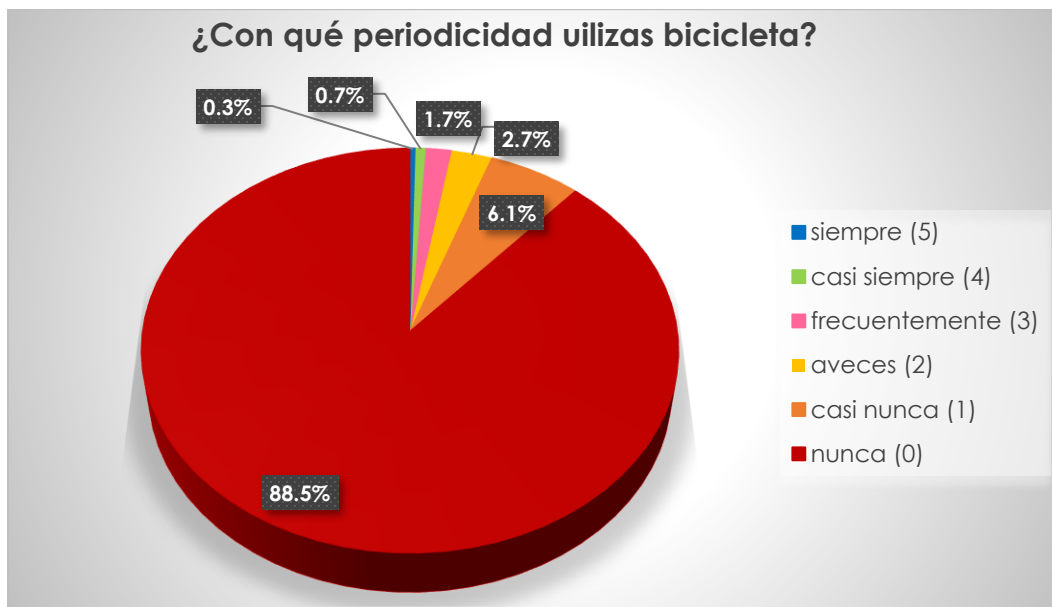
Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Gráfica No. 15. Periodicidad en que utilizan el auto privado las personas que estudian o trabajan en el ITSSMT o CEGRAC.



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Gráfica No. 16. Periodicidad en que utilizan la bicicleta las personas que estudian o trabajan en el ITSSMT o CEGRAC.



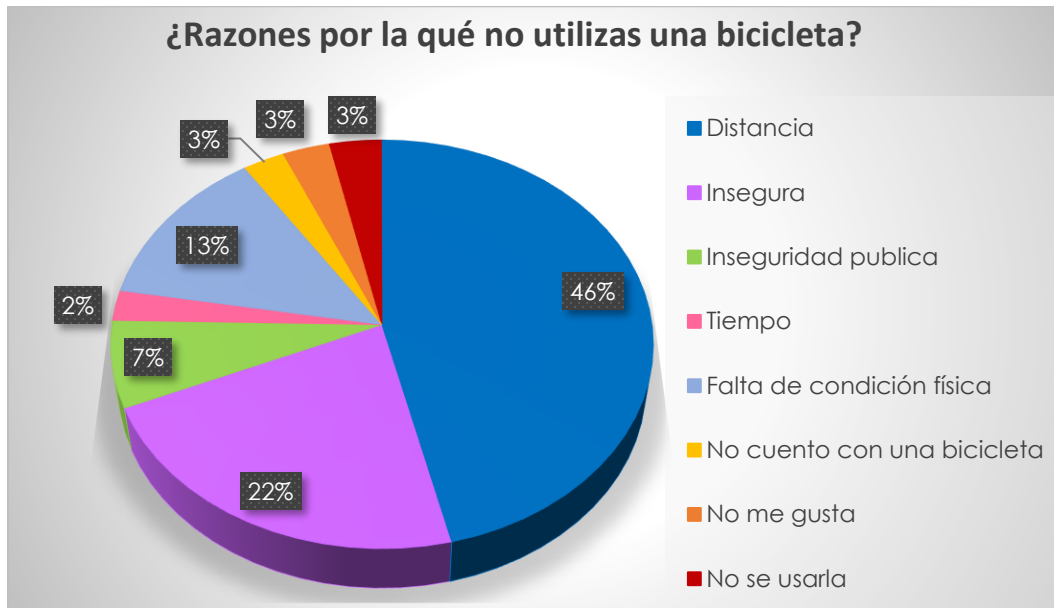
Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Con estas gráficas en el análisis de resultados, notamos que en el caso del transporte público, se a utilizado por nuestra población en un 99 %, pero quitando aquellos que en muchas ocasiones tienen las condiciones económicas y buscan mejor comodidad o los que tienen un importante necesidad y cuentan con otra alternativa, se quedan únicamente aquellos que con mucha periodicidad lo utilizan, este grupo logran un 88 %, así que esta forma de transporte se necesita reforzar ya que su utilización tiene una gran representación entre la comunidad ITSSMT – CEGRAC.

Para el vehículo particular su utilización se ha realizado hasta en un 47 % ya sea como única alternativa, como opción de eficiencia o posibilidad económica; pero debido a sus altos costos esta tiene una reducción dejando únicamente a los que con mucha periodicidad lo emplean se tiene una utilización de 16 %, que principalmente representan a personas que utilizan este modo de transporte para cubrir sus fines laborales.

Para el uso de la bicicleta a sido de un 12 % pero debido diversos factores que analizaremos más adelante se tiene una reducción para únicamente saber que de entre la población que con mucha periodicidad la emplea se tiene que se utiliza en un 3 %. Se debe recordar que anteriormente conocíamos que solo el 1% consideraba a la bicicleta como su opción de transporte entre los diferentes modos, es por eso que en la encuesta EOD encontramos los factores por lo que el resto de la población no utiliza la bicicleta, mismos que se representan en la gráfica No. 17.

Gráfica No. 17. Razones por las cuales no utilizan la bicicleta las personas que estudian o trabajan en el ITSSMT o CEGRAC.



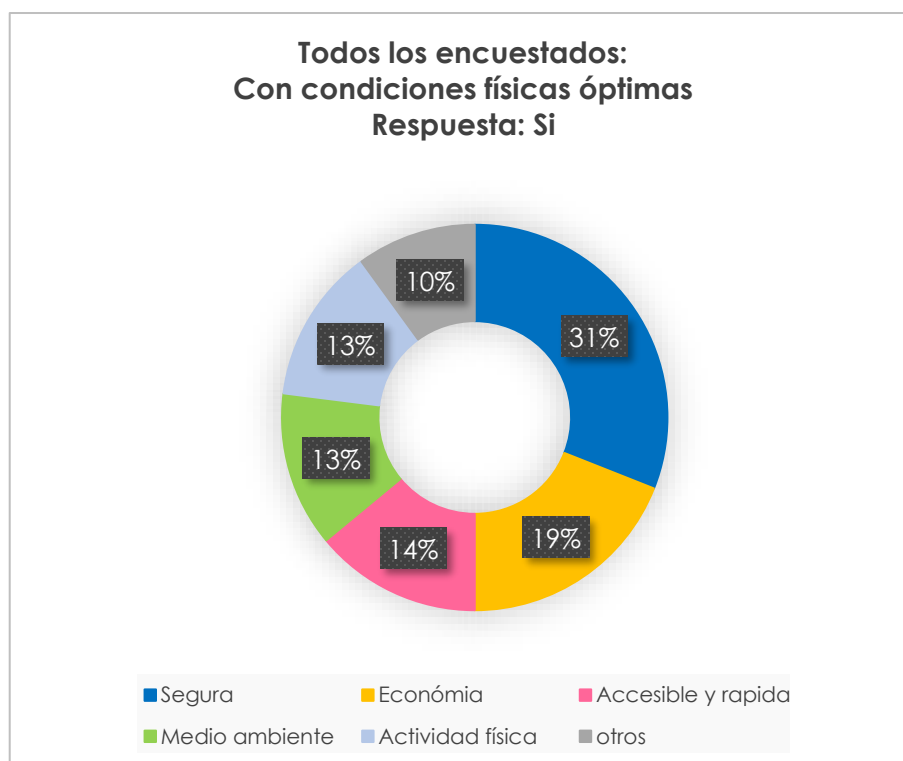
Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Con esta gráfica conocemos que los factores más importantes para no usar la bicicleta tienen que ver con la distancia, con considerarla un transporte inseguro para su uso en la infraestructura actual y con la falta de condición física que representaría hacer un recorrido en ella; estas tres características juntas representan la respuesta del 81 % de los encuestados y si a esta se implementa la inseguridad de la zona tendríamos un 88 % de las causas. A todas ellas con un buen planteamiento de un Programa de Movilidad en Bicicleta (PMB), fácilmente reduciríamos la percepción para su utilización.

En la encuesta EOD que se realizó se incorporaron preguntas abiertas para saber cómo cambiaría su percepción de la idea del uso de la bicicleta, a esta propuesta cuando se le incorporan factores de mejora se analizó la información como a continuación lo muestran las gráficas No. 18, 19, 20 y 21; las cuales desprendieron una serie de consideraciones por las que cambiarían o mantendrían con esa idea, estas razones fueron agrupadas para su análisis.

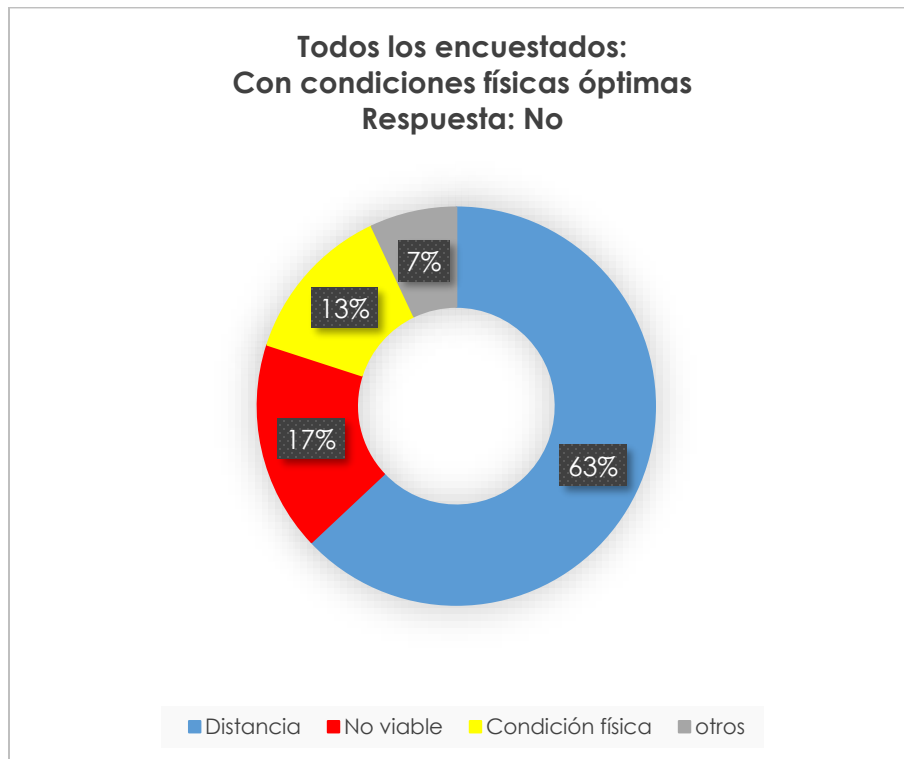
Una de las preguntas realizadas fue conocer la opinión a la propuesta de ciclovía, cuando a esta se le incorporaban todas las condiciones físicas para que el usuario tuviera una percepción segura en su trayecto, señales vertical y horizontal bien definidas, carril preferente para el uso de la bicicleta, iluminación, espacios suficientes para su manejo, pendientes no pronunciadas, principalmente. De esta se desprende la gráfica No. 18, la cual analiza los motivos por los que si cambiaría su percepción y utilizaría la bicicleta. En la gráfica No. 19, los usuarios se mantuvieron en la postura de no utilizarla.

Gráfica No. 18. Percepción de los usuarios, para utilizar la bicicleta si a su entorno se le incorporan propuestas de mejora (condiciones físicas óptimas).



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Gráfica No. 19. Percepción de los usuarios, para utilizar la bicicleta si a su entorno se le incorporan propuestas de mejora (condiciones físicas óptimas).



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

De estos resultados, los encuestados que perciben viable esta propuesta y que si utilizarían la bicicleta después de contemplar la incorporación de condiciones físicas óptimas, que con esta medida generaría seguridad en su uso, ayudaría en su economía, su implementación resultaría más rápida y accesible, ayudarían al medio ambiente y lo perciben como una opción de activación física.

Para los encuestados que indican que no utilizarían la bicicleta aún que se tengan óptimas condiciones, indican que la distancia no les resulta factible, no ven algo viable el uso e incorporación como modo de transporte, y consideran que su condición física no les ayudaría.

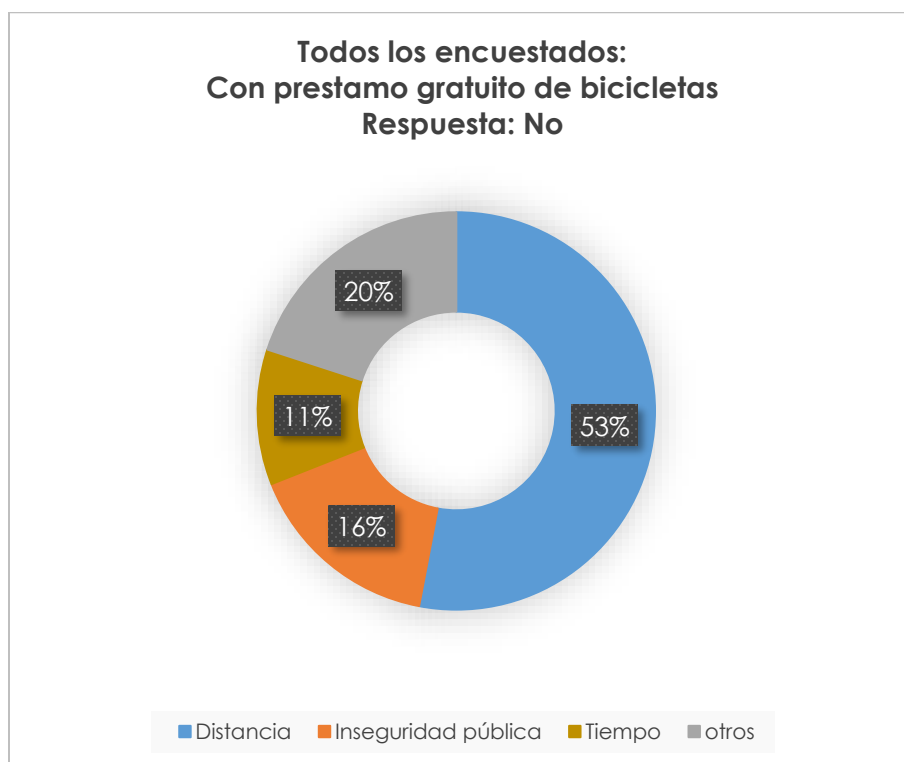
Otra de las preguntas realizadas en la encuesta EOD, fue conocer la opinión a la propuesta de ciclovía cuando a esta se le adiciona la opción de préstamo gratuito de bicicletas, respaldado por un programa del ayuntamiento de San Martín Texmelucan para toda la comunidad del ITSSMT y CEGRAC, además de bici-estacionamientos con vigilancia y zona de resguardo ante contingencias ambientales, en puntos importantes de la ciclovía. De esta propuesta se desprende la gráfica No. 20, en donde los posibles usuarios si cambiarían su percepción y utilizaría la bicicleta. En la gráfica No. 21, los usuarios se mantuvieron en la postura de no utilizar este modo de transporte.

Gráfica No. 20. Percepción de los usuarios, para utilizar la bicicleta si a su entorno se le incorporan propuestas de mejora (préstamo gratuito de bicicletas y bici-estaciones).



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Gráfica No. 21. Percepción de los usuarios, para utilizar la bicicleta si a su entorno se le incorporan propuestas de mejora (préstamo gratuito de bicicletas y bici-estaciones).



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

De estos resultados, los encuestados que perciben atractivo la propuesta de préstamo gratuito y bici-estacionamientos y que refieren que si utilizarían la bicicleta opina, que con esta medida ayudaría en su economía, ayudarían al medio ambiente, lo perciben como una opción de activación física, opinan que es bueno para su salud y su implementación resultaría más rápida y accesible.

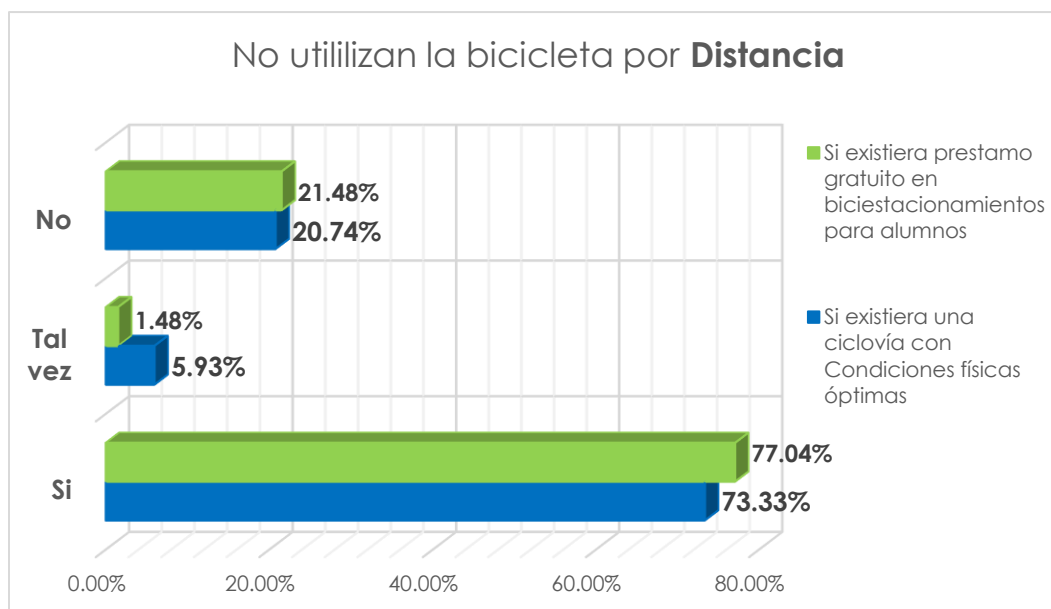
Para los encuestados que indican que no utilizarían la bicicleta aún que existan esas condiciones de apoyo, indican que la distancia no les resulta factible, consideran inseguro la zona y además consideran que perderían tiempo al utilizar la ciclovía.

Una vez analizado de forma general lo que opinan al respecto los que ven atractivo el uso de la bicicleta después de condicionar aspectos importantes para su adecuado funcionamiento y uso; y saber los motivos de los que mantienen la postura para no usar la bicicleta en esta propuesta ciclovia, se muestran los siguientes gráficos que arrojan los porcentajes de cuantos cambiaron o mantuvieron su opinión. Debemos recordar que anteriormente se mostraron resultados en donde únicamente el 1 % utiliza este modo de transporte como su única opción y que aumenta su uso entre la población en un 3 % si le añadimos los que la emplean alguna vez a la semana.

De la muestra de encuestados, las razones que más argumentaron de no utilizar la bicicleta y que analizamos en el gráfico No. 17, tienen que ver con la distancia, insegura su utilización y de no tener condición física para su uso. De estas causas se analizarán en las gráficas No. 21, 22 y 23, cada una de estas y que opinaron al respecto cuando se le incorporan las preguntas que tienen que ver con mejorar las condiciones físicas y la de implementación de préstamo de bicicletas con zonas de bici-estacionamientos.

En la gráfica No. 22, presentamos el resultado de los encuestados que no utilizan la bicicleta, por considerar que la distancia hasta el ITSSMT- CEGRAC resulta complicada, después de incorporar al entorno las condiciones de mejora y apoyo, muestran su opinión clasificando entre los que si cambiarían, los que posiblemente y los que mantienen su postura de no usarla.

Gráfica No. 22. Percepción después de proponer condiciones de mejora y apoyo, para el uso de bicicleta a los usuarios que consideran la distancia como factor negativo.

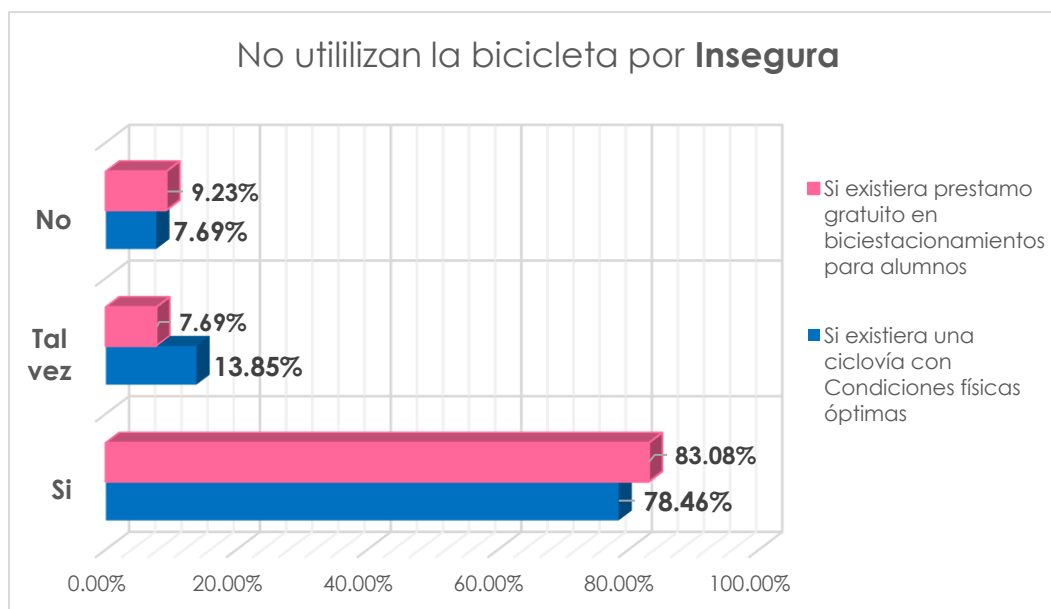


Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

En los resultados se percibe un importante cambio de decisión ante la postura inicial, cuando se plantea la primera propuesta (color azul) existe una aceptación del 73.33 % de los que no utilizan la bicicleta cuando la causa principal es la distancia. Cuando se adiciona la segunda propuesta (color verde) hay otro aumento de aceptación quedando en 77.04 %, la postura de indecisos se reduce y entre los que no cambian su postura se mantiene el porcentaje.

En la gráfica No. 23, presentamos el resultado de los encuestados que no utilizan la bicicleta, por considerar inseguro el uso de la bicicleta por la ruta en la que circulan a diario hasta el ITSSMT- CEGRAC; se muestra que después de incorporar al entorno, condiciones de mejora y apoyo muestran otra opinión, clasificando entre los que si cambiarían, los que posiblemente y los que mantienen su postura de no usarla.

Gráfica No. 23. Percepción después de proponer condiciones de mejora y apoyo, para el uso de bicicleta a los usuarios que consideran inseguro circular en bicicleta.

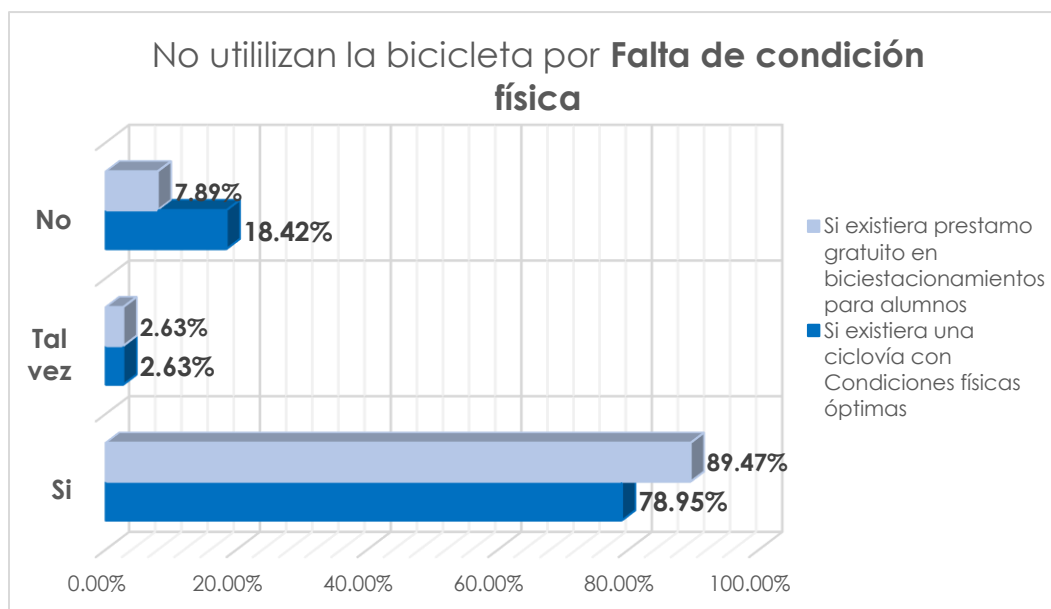


Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

En los resultados se percibe un importante cambio de decisión ante la postura inicial, cuando se plantea la primera propuesta (color azul) existe una aceptación del 78.46 % de los que no utilizan la bicicleta cuando consideran inseguro circular en bicicleta. Cuando se adiciona la segunda propuesta (color rosa) hay otro aumento de aceptación quedando en 83.08 %, la postura de indecisos se reduce y entre los que no cambian su postura, incrementa no significativamente.

En la gráfica No. 24, presentamos el resultado de los encuestados que no utilizan la bicicleta, por considerar no tener buena condición física para circular hasta el ITSSMT- CEGRAC; se muestra que después de incorporar al entorno, condiciones de mejora y apoyo muestran otra opinión, clasificando entre los que si cambiarían, los que posiblemente y los que mantienen su postura de no usarla.

Gráfica No. 24. Percepción después de proponer condiciones de mejora y apoyo, para el uso de bicicleta a los usuarios que consideran no tener buena condición física.



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

En los resultados también se percibe un cambio de decisión ante la postura inicial, cuando se plantea la primera propuesta (color azul) existe una aceptación del 78.95 % de los que no utilizan la bicicleta cuando consideran no tener buena condición física. Cuando se adiciona la segunda propuesta (color gris) hay otro aumento de aceptación quedando en 89.47 %, la postura de indecisos se mantiene y los que no cambian su postura, se reduce.

3.2.2. Inventario de rutas del transporte público

La movilidad urbana en la ciudad de San Martín Texmelucan se basa en el comportamiento de los desplazamientos de la población a través del tipo de transporte que utiliza, principalmente por los sistemas de transporte público urbano o suburbano de pasajeros, el automóvil particular, los servicios particulares como el taxi, la motocicleta, así como de otras alternativas de transporte que faciliten los desplazamientos por la ciudad como ir a pie y utilizar la bicicleta.

Dentro del municipio se tienen detectadas 30 rutas de transporte público de pasajeros, que dan servicio a todas las poblaciones del municipio hay localidades que se favorecen con el funcionamiento de 2, 3 o 4 rutas a la vez, aunque los recorridos son distintos como en San Rafael Tlanalapan, San Baltazar Temaxcalac, Santa María Moyotzingo, San Buenaventura Tecaltzingo, San Juan Tuxco, San Francisco Tepeyecac, San Lucas Atoyatenco y El Moral. Las tres comunidades restantes: Santa Catarina Hueyatzacoalco, San Cristobal Tepatlaxco y San Jerónimo Tianguismanalco, tienen el servicio directo de una sola ruta, aunque por sus alrededores limítrofes con otras localidades, lo reciban de paso por otras rutas; se resalta que las dos últimas, cuentan con servicio constante, pero sólo al paso de la carretera federal México-Puebla.

Una de las principales problemáticas en la desorganización de las rutas de transporte público en el municipio es que las autoridades del municipio no consideran y toman en cuenta este aspecto importante para mejorar la movilidad urbana del municipio, tan solo la actual administración municipal 2014 – 2018 nunca tuvo un plan integrado al menos dentro de su Plan de Desarrollo Municipal.

Investigando las últimas propuestas establecidas para mejorar la movilidad urbana del municipio, se encontró dentro del Plan de Desarrollo Municipal 2011 – 2014 del municipio de San Martín Texmelucan, en su eje 3 el cual establece como diagnóstico vial lo siguiente: La carretera Federal 190 México – Puebla, que cruza la cabecera municipal, genera un tránsito intenso y conflictivo con las vialidades primarias y secundarias en la zona urbana, provocando principalmente por la composición vehicular de vehículos ligeros y de carga, con viajes de carácter urbano, regional, estatal y federal. Además de servir para contener el tránsito local de atracción de viajes que los usos de suelo generan un tránsito de paso de destinos urbanos, suburbanos, regionales y foráneos. Presenta la mayor proporción del volumen vehicular de la ciudad que va de 300 a 500 vehículos en hora de máxima demanda (VHMD) por sentido, con una composición vehicular de tipo ligero y pesado de carga y pasajeros. Esta situación se ve acrecentada los días martes y

sábado cuando el tianguis causa un impacto vial importante, llegando a disminuir la capacidad de la vía con velocidades que van de 5 a 10 kilómetros por hora.

Respecto al diagnóstico antes descrito en el Plan, estableció como banco de proyectos el Libramiento Sur en el tramo carretera San Juan Tuxco a carretera San Salvador el Verde, el Libramiento norte prolongación de la Avenida Miguel Lardizábal hasta la carretera Federal México – Puebla, en ambos casos su objetivo fue desahogar el tránsito vehicular en el centro de la ciudad, desahogar el tránsito vehicular en el centro de la ciudad y optimizar la movilidad urbana; de estos proyectos únicamente se ejecutó el primero. Otro proyecto establecía la construcción de 8 puentes peatonales en la avenida libertad debido a la carencia de cultura de respeto hacia el peatón, accidentes viales recurrentes en la cual buscaban “optimizar el flujo vehicular y evitar riesgos del peatón. De este planteamiento únicamente se ejecutaron 3 puentes peatonales, los cuales fueron financiados por el complejo petroquímico Independencia PEMEX.

3.2.2.1. Transporte foráneo

Se cuenta con vías de comunicación que conectan con la capital del país, la ciudad de Puebla, Tlaxcala y el puerto de Veracruz, principalmente. Destaca la presencia de dos autopistas de cuota que atraviesan su territorio: la 150 México-Puebla-Veracruz, y la 117 de San Martín a la ciudad de Tlaxcala.

De forma casi paralela a dichas vialidades, cruzan el territorio de estudio las carreteras federales 190 y 119 con los mismos destinos. El Aeropuerto Internacional de Puebla, si bien no está dentro del municipio, se halla cerca en el vecino municipio de Huejotzingo, este cuenta con vuelos regulares a diversas ciudades del país y de Estados Unidos; además, es posible tener conexiones a otros destinos a través del aeropuerto internacional de la Ciudad de México.

Existen diversas compañías de transporte de pasajeros, todas ellas localizadas en San Martín Texmelucan, pero que son utilizadas por habitantes de los restantes municipios metropolitanos. Se puede afirmar que el transporte foráneo está dividido por el tipo de servicio que brinda y por la localización que tiene en la ciudad. Existen dos tipos, expreso y directo, aquél que tiene muchos destinos y el que une a la ciudad con otra sin hacer paradas intermedias, respectivamente.

El transporte expreso generalmente tiene un alcance mucho mayor, se lleva a cabo exclusivamente los días martes y parte de la Central de Autobuses de San Lucas Atoyatenco, construida en 1994, en medio del tianguis y cuya existencia se debe exclusivamente a la actividad comercial de este lugar.

El transporte directo es de tipo estratégico, puesto que une a San Martín con importantes ciudades como México, Puebla y Tlaxcala. Cuenta con corridas regulares cada quince minutos en promedio con frecuencia diaria, y se podría afirmar que además de la actividad comercial, responde al uso de servicios y a otras actividades económicas entre las ciudades, como lo sugiere la presencia de rutas variantes como San Martín-Aeropuerto y San Martín-BUAP (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla), además de las conexiones continuas que existen con las terminales de autobuses TAPO de la Ciudad de México y CAPU de la capital estatal. No existe una terminal que aglutine a todas las compañías de transporte, pero sus características en común son la cercanía con la Avenida Libertad Norte – Sur y su antigüedad.

Se puede concluir que el transporte es una actividad económica relacionada con la configuración de la morfología urbana y de las interacciones comerciales y de servicios entre San Martín Texmelucan y otros núcleos de población.

Tabla No. 8. Inventario de rutas del transporte público foráneo.

Inventario de rutas del transporte público (foráneo)		
Nombre	Ruta	Frecuencia y tipo
ATAH	(Central San Lucas) – Sanctorum – San Francisco	Foráneo exclusivo martes
ATAH	(Central San Lucas) – Calpulalpan, Tlaxcala	Foráneo exclusivo martes
AU	(Centro) – Ciudad de México (TAPO)	Foráneo regular directo
AU	(Centro) – Ciudad de México (Santa Martha Acatitla)	Foráneo regular directo
AU	(Centro) – Perote – Xalapa – Puerto de Veracruz, Veracruz	Foráneo exclusivo martes
AU	(Centro) – Oaxaca de Juárez, Oaxaca	Foráneo exclusivo martes
Buscharters	(Central San Lucas) – Heroica Cárdenas – Villahermosa, Tabasco	Foráneo exclusivo martes
Buscharters	(Central San Lucas) – Campeche, Campeche	Foráneo exclusivo martes
Buscharters	(Central San Lucas) – Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	Foráneo exclusivo martes
Estrella de Oro	(Central San Lucas) – San Felipe Ixtacuixtla – Tlaxcala de Xicohténcatl, Tlaxcala	Foráneo regular expreso
Estrella de Oro	(Centro) – Xalmimilulco – Xoxtla - Heroica Puebla de Zaragoza (CAPU)	Foráneo regular expreso
Estrella de Oro	(Centro) - Heroica Puebla de Zaragoza (CAPU)	Foráneo regular directo
Estrella Roja	(Centro) – Río Frío, México	Foráneo exclusivo martes
Estrella Roja	(Centro) – Huejotzingo – Cholula – Heroica Puebla de Zaragoza (CAPU)	Foráneo regular expreso
Estrella Roja	(Centro) - Heroica Puebla de Zaragoza (CAPU)	Foráneo regular directo
Estrella Roja	(Centro) - Heroica Puebla de Zaragoza (BUAP)	Foráneo regular directo

Inventario de rutas del transporte público (foráneo)		
Nombre	Ruta	Frecuencia y tipo
Estrella Roja	(Centro) – Ciudad de México (TAPO)	Foráneo regular directo
Expreso	(Central San Lucas) – Apizaco, Tlaxcala	Foráneo exclusivo martes
Flecha Azul	(Central San Lucas) – Nativitas – Zacatelco – Panzacola – Heroica Puebla de Zaragoza (CAPU)	Foráneo exclusivo martes
Magno Verdes	(Central San Lucas) – Xoxtla – OUTLET Puebla - Heroica Puebla de Zaragoza (CAPU)	Foráneo exclusivo martes
Super Express de Texmelucan	(Centro) - Heroica Puebla de Zaragoza (Blvd. Carmen Serdán)	Foráneo regular directo
Super Express de Texmelucan	(Centro) – Xalmimilulco – Xoxtla - Heroica Puebla de Zaragoza (Blvd. Carmen Serdán)	Foráneo regular expreso
Transportes Tepetitla	(Centro) – Nativitas, Tlaxcala	Interestatal Puebla – Tlaxcala
Transportes Tepetitla	(Centro) – Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala	Interestatal Puebla – Tlaxcala
UTO Transportes	(Central San Lucas) – Tláloc – Atotonilco	Foráneo exclusivo martes

Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

3.2.2.2. Transporte urbano

La fisonomía de la ciudad de San Martín Texmelucan se encuentra muy relacionada con las vías de comunicación terrestres, puesto que ha sido en forma paralela a éstas que la población se ha asentado, lo que ha originado un trazado muy irregular de la ciudad. Sin embargo, en forma general, se puede decir que el área central tiene un aspecto de plano cartesiano.

La avenida Libertad, principal vialidad, conecta a las porciones norte y sur con el centro de la ciudad; simultáneamente, esta vía de comunicación es parte de la carretera federal 190 y comunica a San Martín con las ciudades de México, Huejotzingo, Cholula y Puebla. Destaca también el boulevard Jalisco (ubicado en el

noreste) que es el medio de entrada/salida de bienes provenientes de la industria, por lo que está principalmente transitado por camiones de carga.

La avenida Morelos une al centro con las porciones oriente y poniente. En su prolongación, que es la avenida Agustín Lara (hacia el poniente), comunica también con la carretera 190 antes mencionada, y une a la cabecera municipal con el municipio de San Salvador el Verde. Finalmente, el boulevard Xicohtécatl recorre la porción oriental de la ciudad e interseca con el entronque de las carreteras federal y de cuota hacia la capital de Tlaxcala. La avenida Riva Palacios hacia el sur, comunica el centro de Moyotzingo y los corredores industriales. Del resto de los municipios de la zona metropolitana, sólo destaca la avenida Revolución, principal arteria de San Mateo Tepetitla.

Existen 26 rutas de transporte, para la zona metropolitana, clasificados en urbanos y suburbanos. En primer término, se refiere a trayectos dentro de la ciudad de San Martín en sí; y los segundos conectan con otras localidades. También existen las interestatales Puebla – Tlaxcala cuando se involucra el territorio de Tepetitla, y las intermunicipales cuando se cruza por algún otro municipio poblano.

Tabla No. 9. Inventario de rutas del transporte público urbano y suburbano.

Inventario de rutas del transporte público (urbano)		
Ruta	Recorrido	Tipo
1	FONHAPO – Central San Lucas – Av. Independencia Sur	Urbana
2	Hospital – INFONAVIT – El Moral – San Jerónimo	Suburbana
3	Av. Reforma – Av. Vicente Suárez - Rassini – Carrizal – San Baltazar Temaxcalac	Suburbana
4 A	Av. Reforma – Los Ángeles - Moyotzingo centro	Suburbana
4 B	Asta Bandera – Col. PEMEX - Moyotzingo centro – CONALEP	Suburbana
5	Av. Florencio Espinosa Ote. – Blvd. Xicohtécatl - Santa Anita – Nopalucan	Interestatal Puebla – Tlaxcala
6	Asta Bandera - Corredor Industrial Quetzalcóatl - Santa Ana Xalmimilulco	Inter Municipal

Inventario de rutas del transporte público (urbano)		
Ruta	Recorrido	Tipo
7	San Francisco Tepeyecac – Base Estrella Roja	Urbana
7 A	San Francisco Tepeyecac – Base 5 de mayo sur	Urbana
8	Av. Reforma – Asta Bandera – Rassini – San Baltazar Temaxcalac Centro	Suburbana
9	San Agustín Atzompa – San Juan Tlale - San Juan Tetla – San Felipe Teotlalcingo	Intermunicipal en Puebla
13	Av. 5 de mayo – San Juan Tuxco – El Moral – La Galera	Urbana
14	El Moral – San Juan Tuxco – Tecaltzingo – Av. Independencia Sur	Suburbana
15	El Verde – San Andrés – Av. Agustín Lara – Av. Libertad Sur – Central San Lucas	Intermunicipal en Puebla
16	El Verde – San Rafael – San Miguel – Santa María – Av. Libertad Sur - Central San Lucas	Intermunicipal en Puebla
17 A	Santa Catarina – Lindavista - Mercado Domingo Arenas – Central San Lucas – Plaza Crystal	Urbana
17 B	Ojo de Agua – Carril de San Miguel – Mercado Domingo Arenas – Plaza Crystal	Urbana
17 C	Ojo de Agua – Boulevard Jalisco – Plaza Crystal – Av. Libertad Sur	Urbana
17 D	Asta bandera - Centro Escolar – ITSSMT	Urbana
18	Atzinzintla – Unidad Habitacional Góndola – Asta Bandera – Central San Lucas	Intermunicipal en Puebla
19	San Gregorio – Tlacotepec de José Manzo	Intermunicipal en Puebla
20	San Lorenzo Chiauhtzingo – San Nicolás Zecalacoayan – Huejotzingo	Intermunicipal en Puebla
22	San Rafael Tlanalapan – Centro Histórico	Urbana
23	El Refugio – Atzala – Carrizal – Central San Lucas	Suburbana
24	Col. Olopa – San Felipe	Intermunicipal en Puebla
25	Apapaxco – San Cristóbal	Suburbana
26	Coltzingo – Central San Lucas	Intermunicipal en Puebla
31	Tlalancaleca – Apapaxco - Tlahuapan – Av. Libertad Nte. y Sur – Central San Lucas	Intermunicipal en Puebla
33 A	Tlahuapan – Av. Libertad Nte. y Sur	Urbana
34	San Matías Tlalancaleca - San Lucas el Grande - San Cristóbal - San Martín	Intermunicipal en Puebla

Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

3.2.3. Estudio de ascensos y descensos y tiempo de recorrido

Los estudios de ascensos y descensos contabilizan abordo de las unidades la cantidad de pasajeros que suben y bajan en cada parada, así como los tiempos de llegada a puntos previamente establecidos. La finalidad del estudio es obtener información acerca de la demanda del servicio de transporte escolar; es decir, la cantidad de pasajeros que utilizan el servicio, la ocupación del colectivo escolar a lo largo de la ruta y sus tiempos de recorrido.

El estudio se realizó para obtener información real sobre las características y número de usuarios que suben y bajan en horas y lugares determinados, a lo largo de una ruta escolar al ITSSMT-CEGRAC. El método realizado consistió en determinar por medio de registro directo, las características del ascenso y descenso de pasajeros a lo largo del recorrido del transporte escolar y medir el tiempo de recorrido y demoras anotando sus tipos y causas.

La información de frecuencia de salidas, así como la ubicación de las paradas, y el índice de ocupación se verificaron conjuntamente y en los temas posteriores también se analizará por su importancia en la demanda de pasajeros.

Otras decisiones en la operación del transporte público que involucran el ascenso de pasajeros, consisten en evaluar la factibilidad de crear o cambiar rutas, incrementar o reducir los recorridos, promover el uso de otros modos de transporte (bicicleta) y seleccionar la ubicación adecuada de los paraderos.

El sistema de transporte escolar, que atiende a la comunidad que principalmente asiste al ITSSMT y CEGRAC para fines de estudio o trabajo, se desempeña bajo el régimen hombre – camión. Bajo este esquema se presentan frecuentemente la disputa por ganar el pasaje principalmente en horas de mayor concentración y de salida de los estudiantes, adicional a este esquema en la

operación de este corredor que le da movilidad a la comunidad estudiantil existen dos rutas que atienden este servicio. La ruta 17 (servicio escolar ITSSMT-CEGRAC o llamadas combis blancas), su operación la verifica el Departamento de Recursos Materiales del ITSSMT y la ruta amarilla lleva su operación el CEGRAC.

Los estudios de ascenso y descenso que se realizaron en la ruta que da movilidad al ITSSMT y CEGRAC, no tiene paraderos establecidos como otros sistemas de transporte, por lo que el ascenso y descenso se realiza de forma desorganizada. Para poder establecer este estudio, se realizó un monitoreo de los puntos de concentración de los usuarios, donde recurrentemente abordan este sistema de transporte.

Una vez establecidos esos puntos de concentración en los más de 4 kilómetros de recorrido del sistema de transporte escolar, se establecieron los siguientes puntos que se muestran en la tabla No 10, para la realización de los polígonos de carga:

Tabla No. 10. Paradas establecidas de acuerdo a puntos de concentración.

Parada	Ubicación de la parada	Distancia (respecto a la anterior parada)
P1	Ex-Rastro	0
P2	Mercado	360 m
P3	San José	225 m
P4	Venustiano Carranza	400 m
P5	Ayuntamiento – FORD	305 m
P6	Semáforo	100 m
P7	Unidad San Damián	305 m
P8	Lardizábal – UPAEP	290 m
P9	U. D. Bicentenario	950 m
P10	Rancho	605 m
P11	CEGRAC	395 m
P12	ITSSMT	280 m

Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

La ubicación de los centros de concentración de usuarios del transporte escolar a los que establecimos como paradas, están físicamente ubicadas de acuerdo a las imágenes No. 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70 y 71.

Imagen No. 63. Ubicación de paradas P1 y P2.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

Imagen No. 64. Ubicación de paradas P2 y P3.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

Imagen No. 65. Ubicación de paradas P3 y P4.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

Imagen No. 66. Ubicación de paradas P4, P5 y P6.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

Imagen No. 67. Ubicación de paradas P5, P6 y P7.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

Imagen No. 68. Ubicación de paradas P7 y P8.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

Imagen No. 69. Ubicación de paradas P8 y P9.



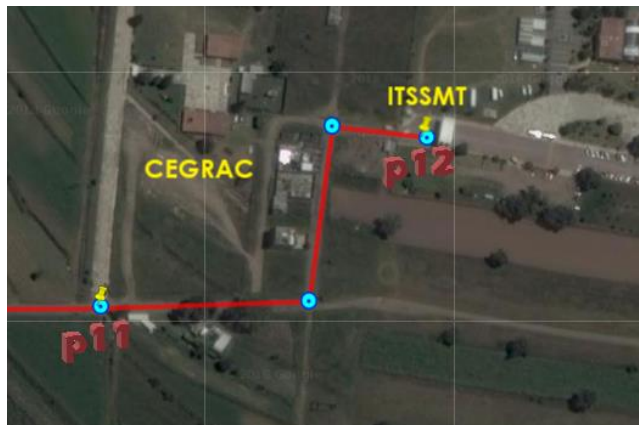
Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

Imagen No. 70. Ubicación de paradas P9, P10 y P11.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

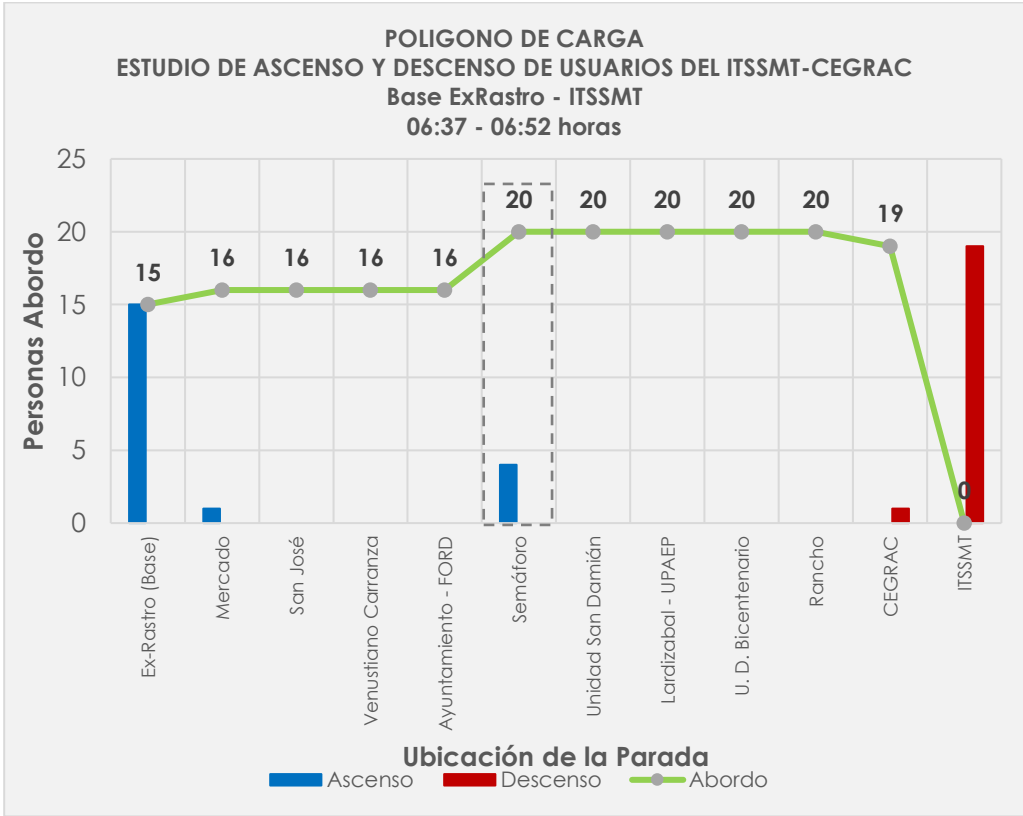
Imagen No. 71. Ubicación de paradas P11 y P12.



Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

Se elaboraron cuatro polígonos de carga derivado del comportamiento del transporte escolar, que tiene la característica de establecerse, como una ruta en donde las horas de mayor ocupación se establece a la hora de entrada y salida de los estudiantes. El día 23 de agosto de 2018 se realizó, cuatro estudios de ascenso y descenso con un transporte tipo vagoneta de la ruta 17, el cual tiene una capacidad para 16 pasajeros sentados y cuando se incluye su capacidad máxima de 22 pasajeros. Un estudio de la mañana analizó a los usuarios que entran a las 07:00 horas y se generaron los datos que se muestran en la gráfica No. 25; otro estudio en la mañana analizó a los usuarios que entran a las 09:00 horas y se generaron los datos que se muestran en la gráfica No. 26.

Gráfica No. 25. Polígono de carga del estudio de ascenso y descenso a las 07:00 am, hora de entrada de los usuarios del ITSSMT – CEGRAC.

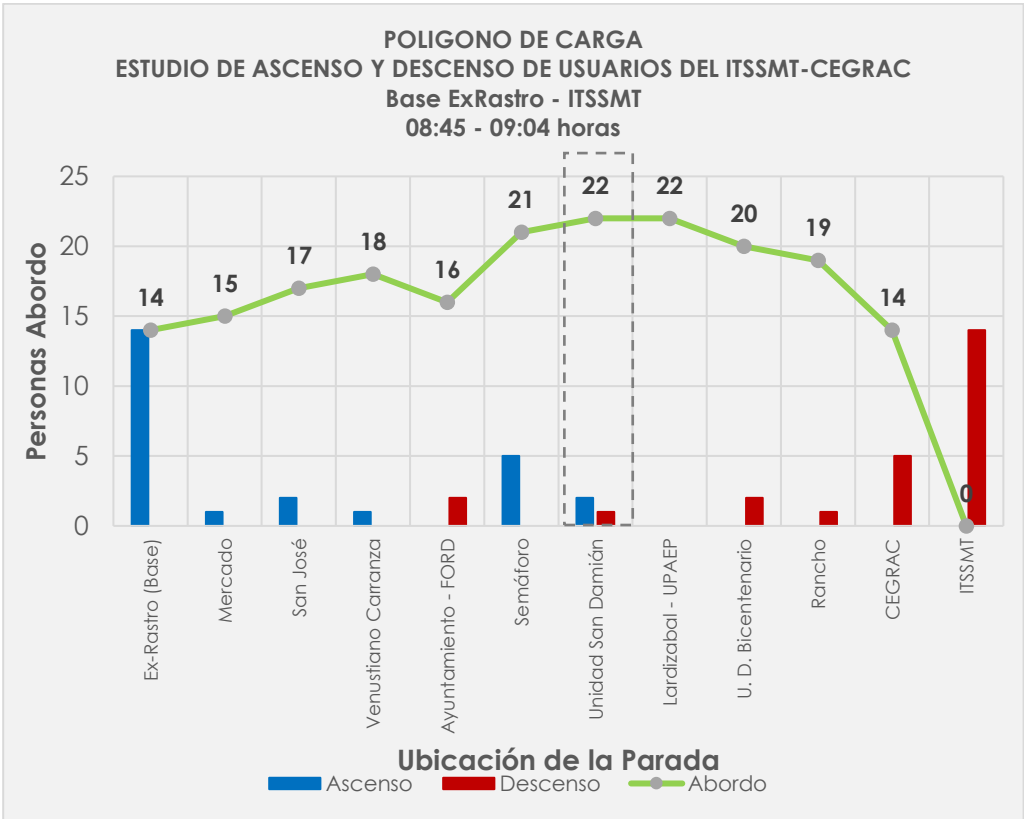


Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

El polígono de carga analiza a los usuarios que ingresan a las 07:00 horas, su mayor porcentaje lo representan los estudiantes. En la gráfica se identifica que la tendencia principal de ascenso se realiza desde la base del transporte escolar, los índices de ocupación IR de 1.25 en cuanto a confort y de 0.90 para operación; esta factibilidad se ve atendida por un número importante de unidades transportes, con salidas continuas la cual reduce las frecuencias de paso durante ese horario.

El ascenso al inicio ocupó su capacidad de confort y durante su recorrido tuvo la mínima incorporación, únicamente se notó un incremento significativo en el punto de concentración de los estudiantes provenientes de los municipios conurbados del estado de Tlaxcala principalmente; finalmente solo en los puntos tanto del CEGRAC y del ITSSMT se tienen descensos del cuál este último es el generador principal de los viajes del recorrido del servicio de transporte escolar.

Gráfica No. 26. Polígono de carga del estudio de ascenso y descenso a las 09:00 am, hora de entrada de los usuarios del ITSSMT – CEGRAC.



Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

El polígono de carga que analiza a los usuarios que ingresan a las 09:00 horas, reporta el ingreso de estudiantes y además se da la entrada de personal administrativo y de apoyo del ITSSMT, por eso representa un intervalo de tiempo para analizar.

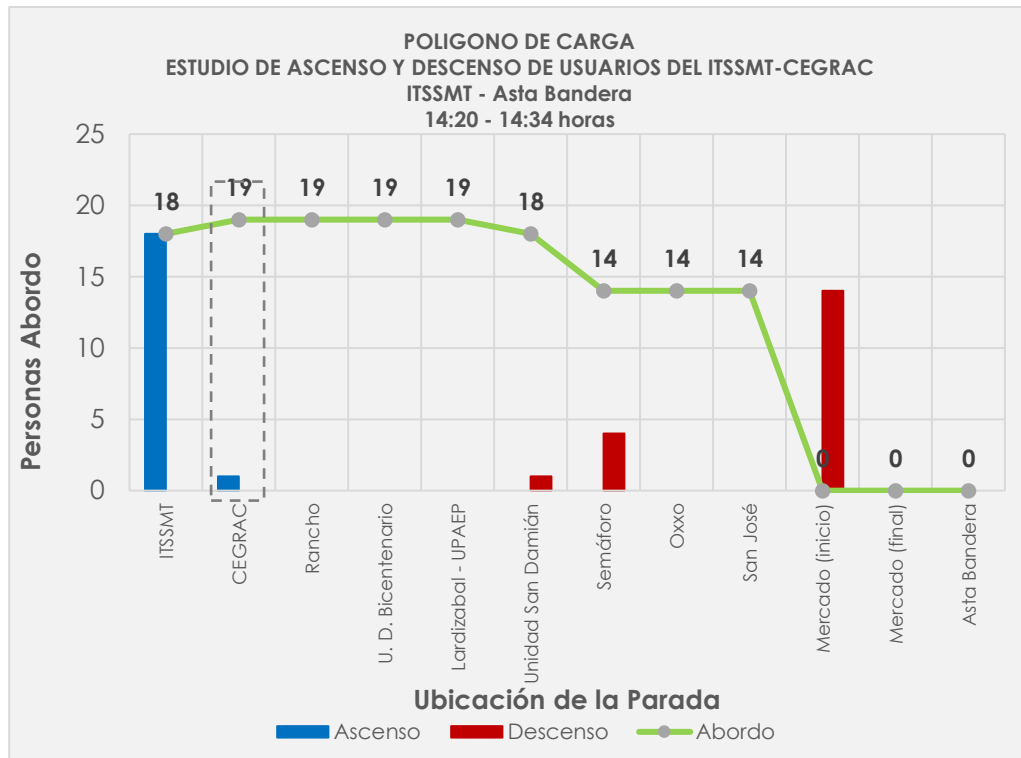
En la gráfica se identifica que la tendencia principal de ascenso se realiza desde la base del transporte escolar, los índices de ocupación IR de 1.56 en cuanto a confort y de 1.14 para operación; en este horario se reduce la capacidad de confort, además de rebasar la capacidad máxima de ocupación.

El ascenso al inicio ocupó su capacidad de confort y durante su recorrido tuvo la mínima y constante incorporación de usuarios, también se notó un incremento significativo en el punto de concentración de los estudiantes provenientes de los municipios conurbados del estado de Tlaxcala principalmente.

Los descensos en el CEGRAC y el ITSSMT son los más representativos, este último es el generador principal de los viajes del recorrido del servicio de transporte escolar, aunque existen otros puntos donde se tiene un descenso mínimo.

En la tarde se realizó y analizaron el recorrido de regreso a los usuarios que salen a las 14:00 horas, generando datos que se muestran en la gráfica No. 27; otro estudio en la tarde analizó a los usuarios que salen a las 18:00 horas y se generaron los datos que se muestran en la gráfica No. 28.

Gráfica No. 27. Polígono de carga del estudio de ascenso y descenso a las 02:00 pm, hora de entrada de los usuarios del ITSSMT – CEGRAC.

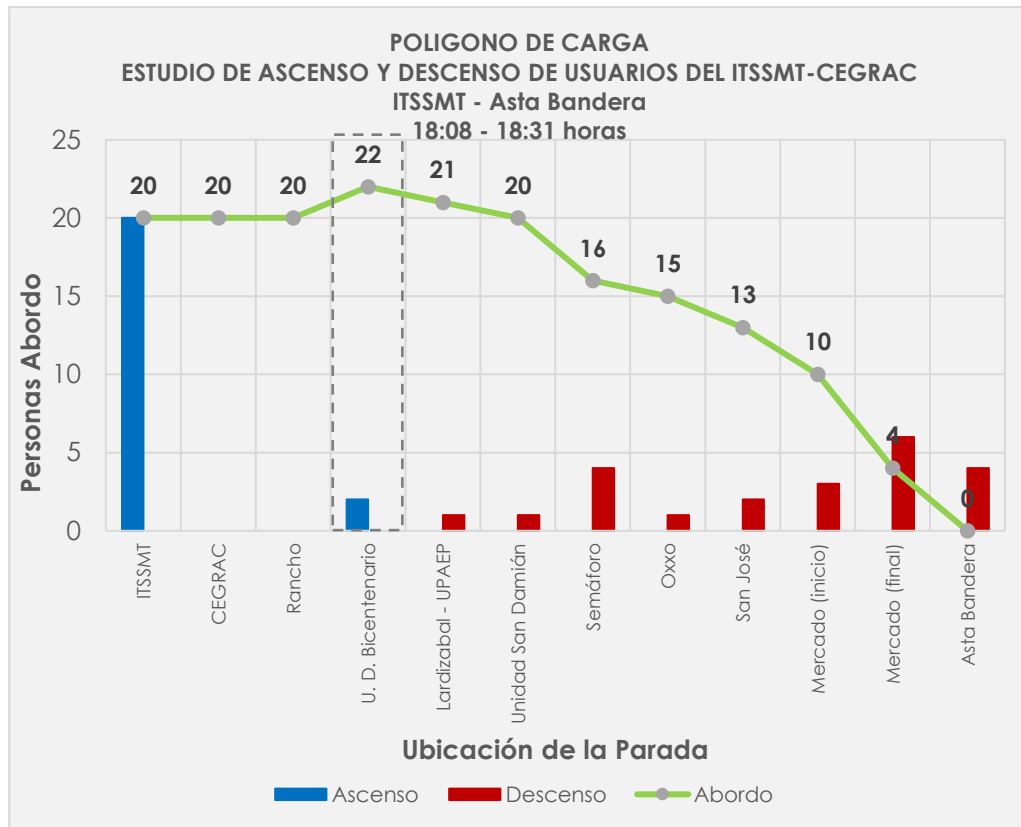


Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

El polígono de carga analiza a los usuarios que salen a las 14:00 horas, su mayor porcentaje lo representan los estudiantes. En la gráfica se identifica que la tendencia principal de ascenso se realiza desde el ITSSMT, los índices de ocupación IR de 1.19 en cuanto a confort y de 0.86 para operación; esta factibilidad se ve atendida por un número importante de unidades transportes, con salidas continuas la cual reduce las frecuencias de paso durante ese horario.

El ascenso al inicio ocupó su capacidad con la que se mantuvo durante el recorrido y durante este solo tuvo una incorporación en el CEGRAC; el descenso se da de forma significativa en donde los estudiantes provenientes de los municipios conurbados del estado de Tlaxcala esperan su próximo modo de transporte, posteriormente las unidades del transporte escolar acaban su recorrido antes, para regresar por más estudiantes del ITSSMT.

Gráfica No. 28. Polígono de carga del estudio de ascenso y descenso a las 06:00 pm, hora de entrada de los usuarios del ITSSMT – CEGRAC.



Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

El polígono de carga analiza a los usuarios que salen a las 18:00 horas, lo representan estudiantes y personal administrativo y de apoyo del ITSSMT, los índices de ocupación IR de 1.38 en cuanto a confort y de 1.00 para operación; en este horario se reduce el número de unidades después de este horario de estudio.

El ascenso al inicio supera su capacidad de confort, más no así su operación en cuanto a su capacidad máxima, durante su recorrido tuvo un incremento mínimo; el descenso se da de forma significativa en donde los estudiantes provenientes de los municipios conurbados del estado de Tlaxcala esperan su próximo modo de transporte, posteriormente las unidades del transporte escolar van realizando bajadas proporcionales hasta concluir su recorrido completo.

Durante la recopilación de información de ascenso y descenso, se mide el tiempo de recorrido y el tiempo de las demoras realiza el sistema de transporte actual, que atiende a los usuarios de la zona de estudio, para la propuesta de ciclovía ITSSMT-CEGRAC.

Es importante decir que solo en ciertos horarios, si existe una buena percepción del tiempo de recorrido del transporte que atiende el servicio escolar, pero en su mayoría se tiene una mala percepción y con estos estudios se debe anotar sus tipos y causas

De acuerdo al recorrido realizado durante los estudios de ascenso y descenso del 23 de agosto de 2018, el tiempo que realiza el transporte escolar en las mañanas con dirección al ITSSMT fue de 15 a 19 minutos, desde el momento en que sale de su base, pero si se adhiere el tiempo en que tarda en esperar a tener una ocupación considerable tendríamos que adherir de 7 a 15 minutos de acuerdo al horario, mismos que se describirán en la frecuencia de paso.

En el recorrido que se realizó en las tardes con dirección a la zona suroriente del municipio (lugar conocido como: asta bandera) fue de 15 a 23 minutos, cabe mencionar que de las 12:30 a 16:00 horas, los operadores del sistema de transporte escolar no hacen el recorrido completo ya que estos utilizan un punto estratégico para poder regresar por otro viaje, no pasar por la zona centro y evitar el congestionamiento vehicular del municipio.

3.2.4. Estudios de índice de ocupación y frecuencia de paso

El índice de ocupación y frecuencia de paso del transporte escolar, consiste en identificar los puntos de observación (estación muestra) sobre el recorrido, donde se efectúa el conteo de usuarios a bordo de los vehículos y registros de estos, a lo largo del día, con esta información se analiza la demanda del uso del transporte

escolar y la capacidad de atención conforme a intervalos de tiempo principalmente en la hora de máxima demanda.

De acuerdo a la estación muestra, la cual se ubicó al nororiente del municipio en el boulevard Xicoténcatl y calle San Damián (ver imagen No. 72), punto antes referenciado donde bajan usuarios provenientes de los municipios del estado de Tlaxcala.

Imagen No. 72. Estudios de índice de ocupación y frecuencia de paso desde la estación muestra.



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

En el estudio de frecuencia de paso y ocupación se realizó durante 7 horas continuas del día 20 de junio del 2018, se ubicó el anotador de estos datos en el sitio antes mencionado y se registró información de acuerdo a la demanda observada, el cual se ha demostrado que es un punto importante de ascenso y descenso de un considerable número de usuarios como lo pudimos verificar en el anterior estudio.

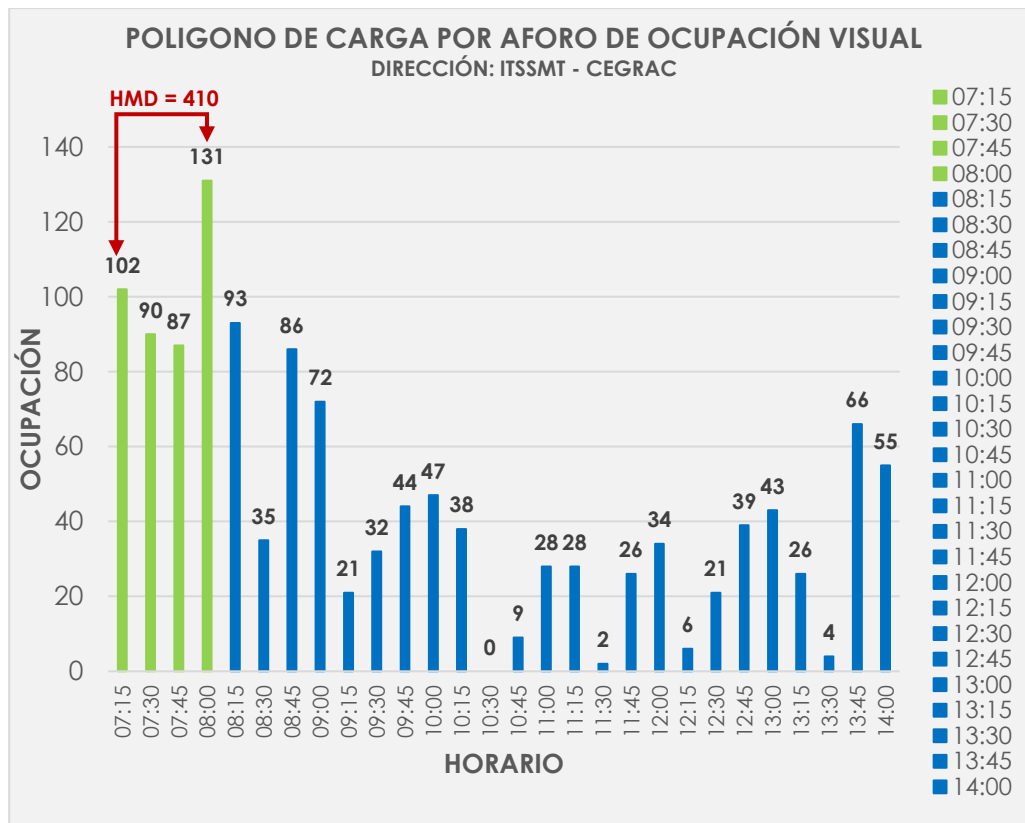
En este punto el servicio de transporte escolar se detiene y se logró llevar el registro de la hora de paso de cada autobús, el número económico de la unidad, el número de pasajeros que transporta (estimado), el tipo de servicio (ruta 17 o amarillas) y la dirección a la que moviliza a los usuarios porque ambas tienen características diferentes para su estudio.

La información recolectada es complementaria de los estudios mencionados anteriormente, su análisis indica principalmente la demanda de pasajeros a lo largo del recorrido del transporte escolar, los puntos de demanda y generadores usuarios, la ocupación y nivel de servicio, la variación de la demanda durante el día, los tiempos de recorrido, las demoras y sus causas, etc.

Conocer estos indicadores, permite optimizar los servicios y adecuar la oferta a la demanda, modificando o adecuando los horarios de los servicios, las frecuencias, el tipo y características de las unidades, los recorridos, así como la infraestructura, equipamientos existentes y el análisis para la implementación de una nueva modalidad paralela a la ya existente, como lo sería la incorporación de una ruta de ciclovía.

La información de la ocupación de transporte escolar, fue recolectada de acuerdo a la ubicación de la estación muestra, verificando ambos sentidos del servicio de transporte escolar, con esta observación se recabo la información que fue contenida en tablas para la generación del polígono de carga por aforo de ocupación visual (ver gráficas No. 29 y 30), de tal manera que aclare y precise la descripción de la demanda de ocupación.

Gráfica No. 29. Polígono de carga por aforo de ocupación visual del servicio de transporte escolar, con dirección al ITSSMT – CEGRAC.



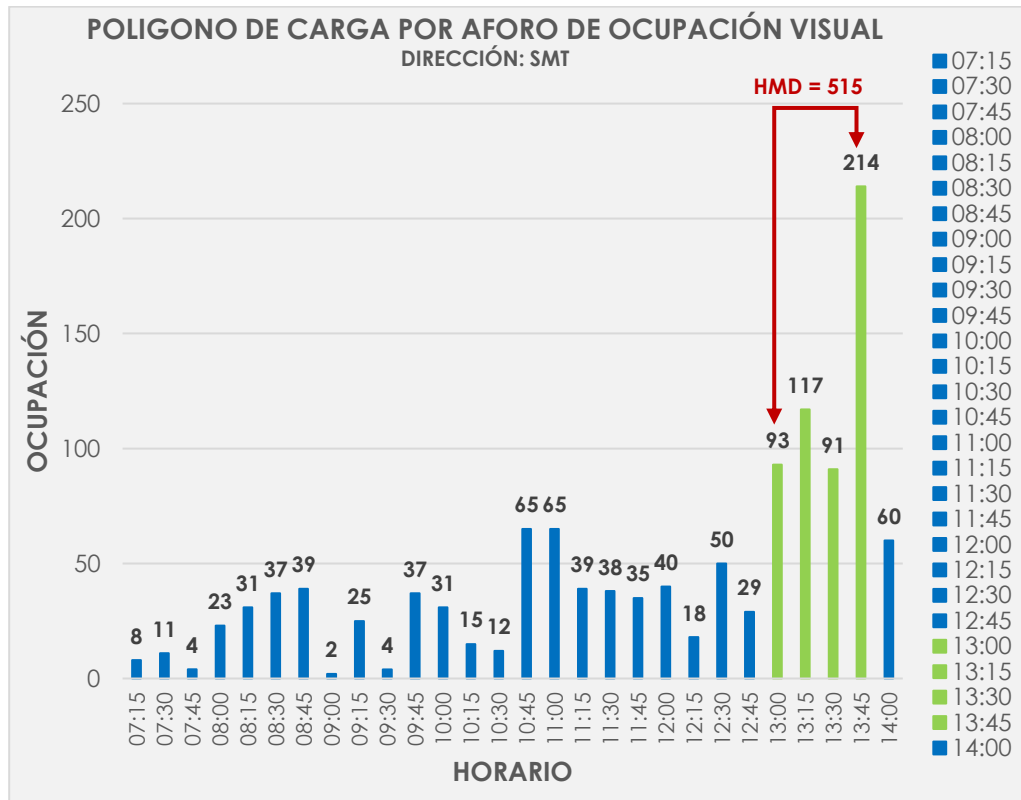
Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Para generar la gráfica anterior, se analizó el transporte escolar en cada uno de sus servicios (ruta 17 y amarillas) de forma separada, para conocer el funcionamiento de cada uno; es importante resaltar que el uso de cada una, no es exclusiva, pero sin embargo la mayor ocupación del servicio de la ruta amarilla lo toman los usuarios que asisten al CEGRAC, mientras que el servicio de la ruta 17 en su mayoría lo toman los usuarios que asisten al ITSSMT. Una vez llevando control de cada unidad del servicio escolar, se agruparon en diferentes bases de datos, los horarios exactos para identificar su frecuencia de paso, número de unidad para tener un control de las unidades, número ocupación para obtener su índice de acuerdo a su capacidad máxima o con usuarios únicamente sentados.

Con la información clasificada por servicio de transporte escolar, se conjuntó ambos datos de ocupación para únicamente agrupar por dirección y de esa forma realizar la gráfica intervalos de 15 minutos para conocer el polígono de carga por

aforo de ocupación visual y tener la hora de máxima demanda, la cual nos ayudará a proyectar el índice de ocupación y la frecuencia de paso más crítica.

Gráfica No. 30. Polígono de carga por aforo de ocupación visual del servicio de transporte escolar, con dirección a San Martín Texmelucan (centro – parada asta bandera).



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

La gráfica No. 29 representa la ocupación con dirección a la zona escolar del ITSSMT y CEGRAC, la cual nos muestra un mayor número de usuarios durante la mañana, lo que prácticamente corresponde a que el mayor porcentaje de movilidad a esa dirección por el ingreso de estudiantes principalmente; la hora de máxima demanda (HMD) se presenta de 07:00 a 08:00 horas con 410 usuarios, los cuales se representan en un color verde.

En la gráfica No. 30 representa la ocupación con dirección a la zona centro y suroriente del municipio, específicamente al final del recorrido del transporte escolar el cual se establece entre las calles Josefa Ortiz de Domínguez y Altamirano, punto

de cercanía al paradero conocido como asta bandera. Esta gráfica muestra un mayor número de usuarios durante la tarde, lo que prácticamente corresponde a que la mayor movilidad se da por la salida de estudiantes principalmente; la hora de máxima demanda (HMD) se presenta de 12:45 a 13:45 horas con 515 usuarios, los cuales se representan en un color verde.

El tipo de transporte público escolar es través de vagonetas, tienen una capacidad de confort para 16 usuarios sentados y una capacidad total de operación de 23 usuarios máximos para su funcionamiento; Para el análisis de índice de ocupación, se tuvo como resultado valores considerando el promedio durante la hora de máxima demanda (HMD) para cada uno de los servicios y cada dirección.

El índice de ocupación promedio durante las 7 horas del estudio, tuvo al intervalo de las 07:00 a 08:00 horas como la hora de máxima demanda en la dirección al ITSSMT-CEGRAC, este dato se interpola para analizar que el servicio de transporte escolar de la ruta 17, su índice de ocupación corresponde a 1.375, el cual indica que los usuarios que no van sentados, rebasan el 37.5% de la capacidad de confort de la unidad; para el servicio escolar de ruta amarilla, el índice de ocupación corresponde a 1.188, el cual indica que los usuarios que no van sentados, rebasa el 18.8% de su capacidad de confort. Otro aspecto indica que la ruta 17, tiene un índice de ocupación de 0.957, el cual representa los usuarios en el límite de su máxima capacidad alcanza el 95.7%; para la ruta amarilla, el índice de ocupación dio como resultado 0.826, esto significa que usuarios en el límite de su máxima capacidad alcanza el 82.6%.

En la dirección al centro y suroriente de la ciudad de San Martín Texmelucan el intervalo fue de las 12:45 a 13:45 horas corresponde a la hora de máxima demanda, cuando este tiempo se interpola para analizar el servicio de la ruta 17, su índice de ocupación corresponde a 1.25, el cual indica que los usuarios que no van sentados, rebasan el 25% de su capacidad de confort; para el servicio escolar de ruta amarilla, el índice de ocupación corresponde a 1.063, el cual indica que

usuarios que no van sentados rebasa el 6.3% de su capacidad de confort. El otro aspecto indica que la ruta 17, tiene un índice de ocupación de 0.87, el cual representa los usuarios en el límite de su máxima capacidad alcanza el 87%; para la ruta amarilla, el índice de ocupación dio como resultado 0.739, esto significa que usuarios en el límite de su máxima capacidad alcanza el 73.9%.

Los resultados anteriores se muestran en la tabla No. 11, del cual muestra los resultados que explican que el servicio se desarrolla por debajo de su confort y se pudo observar que los modelos de vagonetas que se utilizan para el servicio del transporte escolar, no cumplen con los requisitos mínimos de seguridad, son operados a exceso de velocidad, no reciben el mantenimiento adecuado, son en su mayoría adaptadas para tener un máximo cupo y finalmente su número de unidades provoca, que en el municipio circulen y muchas unidades lo que genera problemas de movilidad.

Tabla No. 11. Índice de ocupación en la hora de máxima demanda (HMD).

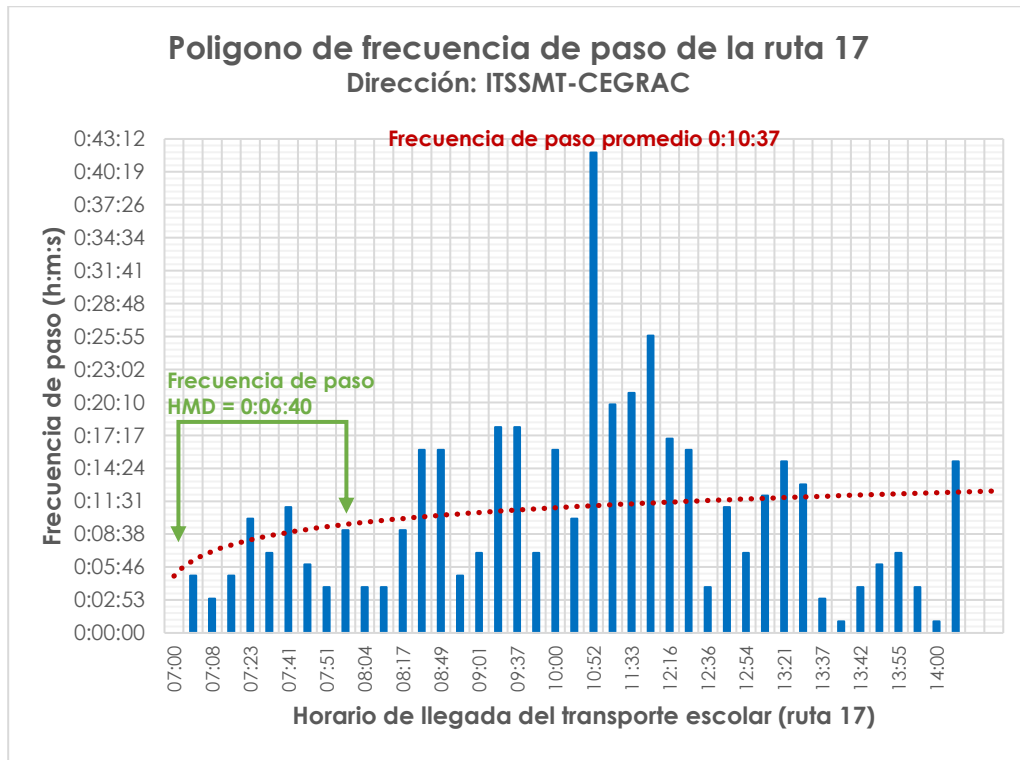
DIRECCIÓN/SERVICIO	ÍNDICE DE OCUPACIÓN (HMD)			
	Capacidad de confort 16 usuarios		Capacidad máxima 23 usuarios	
	Ruta 17	Amarillas	Ruta 17	Amarillas
ITSSMT - CEGRAC	1.375	1.188	0.957	0.826
SMT (centro - parada asta bandera)	1.250	1.063	0.870	0.739

Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

La frecuencia de paso realizada en la misma estación muestra, levanto información de cada transporte clasificándolo por tipo de servicio de transporte escolar y por la dirección de este. Como el régimen de transporte público corresponde al de hombre camión su organización fue muy desorganizada.

La frecuencia de paso de cada unidad se registró para la generación de las gráficas No. 31, 32, 33 y 34, de esta información se proyectó junto a los datos de los estudios anteriores en intervalos de tiempo principalmente en la hora de máxima demanda para el análisis del tiempo más crítico.

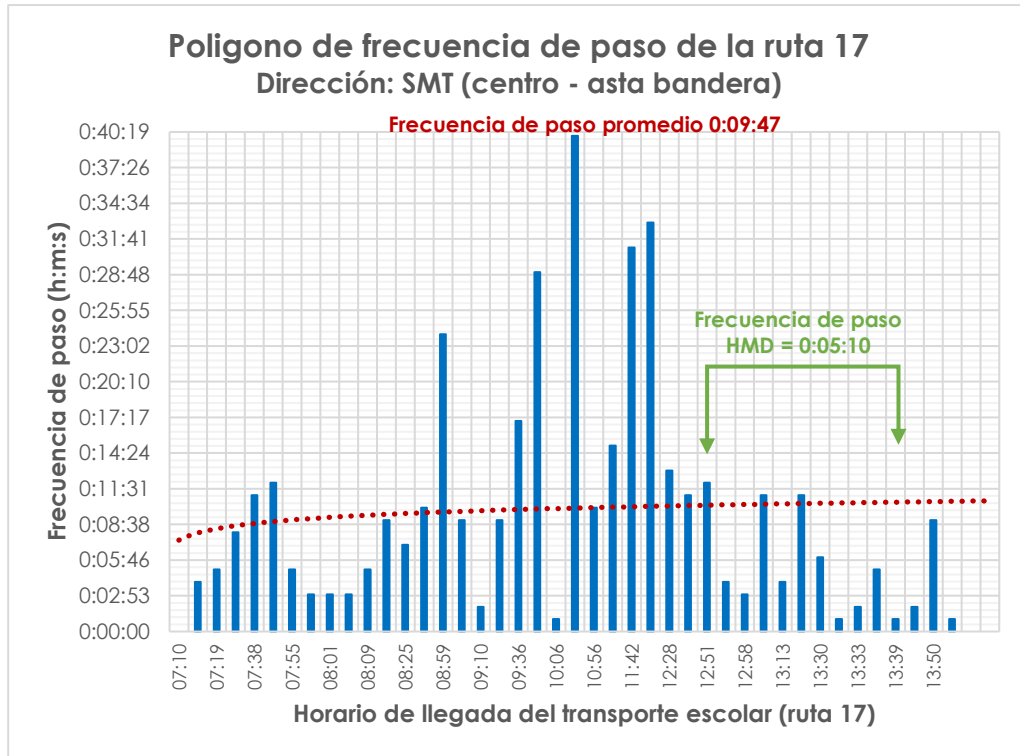
Gráfica No. 31. Polígono de frecuencia de paso del servicio de transporte escolar de la ruta 17, con dirección al ITSSMT – CEGRAC.



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

En la gráfica No. 31 se muestra una línea de tendencia logarítmica, para el estudio de frecuencia de paso que se realizó 7 horas continuas en el servicio de la ruta 17, con dirección a el ITSSMT - CEGRAC, en el cual el promedio fue de 10.62 minutos; para un análisis específico en la hora de máxima demanda HMD, los datos arrojaron que la frecuencia de paso fue de 6.67 minutos, el cual se indica de verde sobre los datos que se atiende a un importante número de usuarios.

Gráfica No. 32. Polígono de frecuencia de paso del servicio de transporte escolar de la ruta 17, con dirección a SMT (centro – asta bandera).

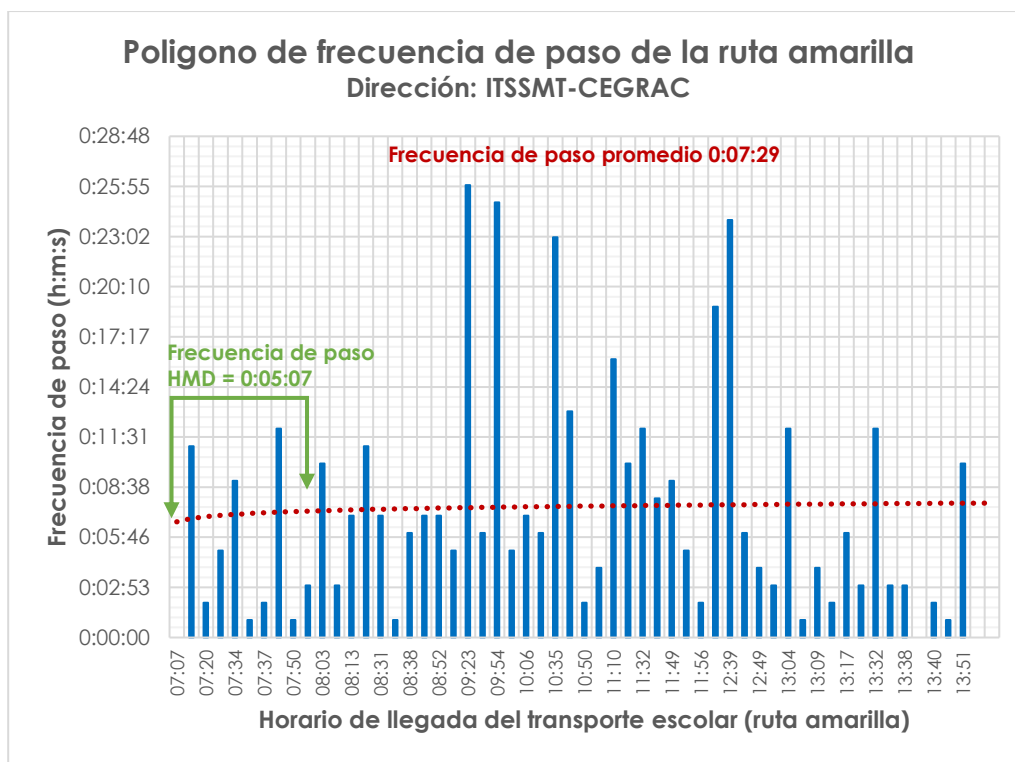


Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

En la gráfica No. 32 se muestra una línea de tendencia logarítmica, para el estudio de frecuencia de paso que se realizó 7 horas continuas en el servicio de la ruta 17, con dirección a el centro y suroriente de la ciudad de San Martín Texmelucan, en el cual el promedio fue de 7.78 minutos; para un análisis específico en la hora de máxima demanda HMD, los datos arrojaron que la frecuencia de paso fue de 5.17 minutos, el cual se indica de verde sobre los datos que se atiende a un importante número de usuarios.

En la gráfica No. 33 se muestra una línea de tendencia logarítmica, para el estudio de frecuencia de paso que se realizó 7 horas continuas en el servicio de la ruta amarilla, con dirección a el ITSSMT – CEGRAC, en el cual el promedio fue de 7.48 minutos; para un análisis específico en la hora de máxima demanda HMD, los datos arrojaron que la frecuencia de paso fue de 5.12 minutos, el cual se indica de verde sobre los datos que se atiende a un importante número de usuarios.

Gráfica No. 33. Polígono de frecuencia de paso del servicio de transporte escolar de la ruta amarilla, con dirección al ITSSMT – CEGRAC.

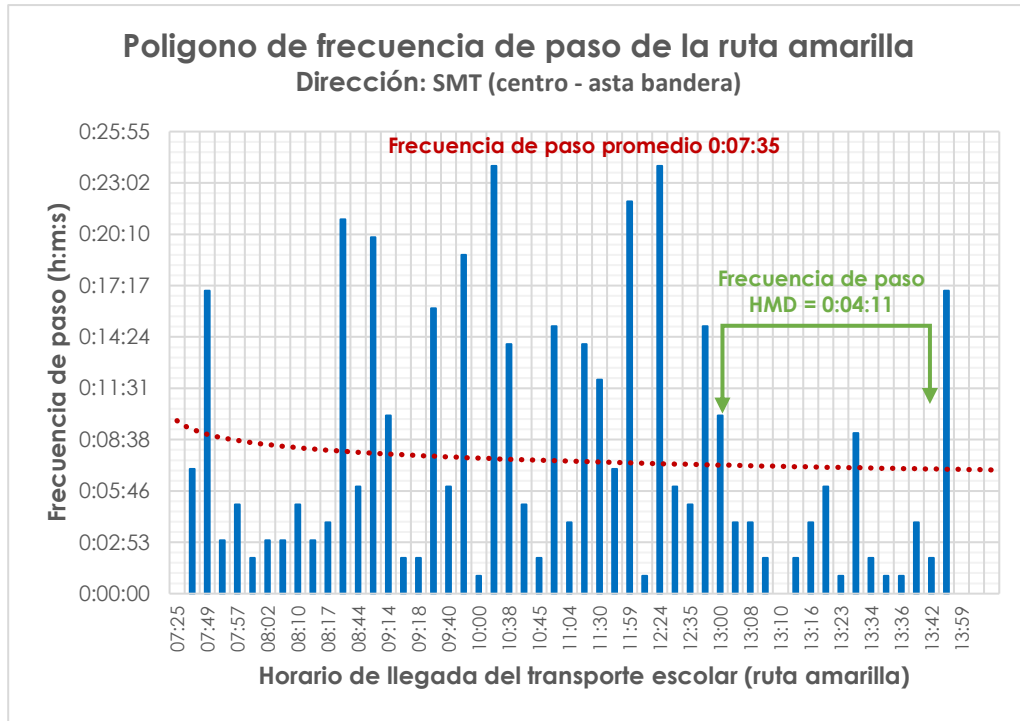


Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

En la gráfica No. 34 se muestra una línea de tendencia logarítmica, para el estudio de frecuencia de paso que se realizó 7 horas continuas en el servicio de la ruta amarilla, con dirección a el centro y suroriente de la ciudad de San Martín Texmelucan, en el cual el promedio fue de 7.58 minutos; para un análisis específico en la hora de máxima demanda HMD, los datos arrojaron que la frecuencia de paso fue de 4.18 minutos, el cual se indica de verde sobre los datos que se atiende a un importante número de usuarios.

Con los datos anteriores se demuestra mayor eficiencia en el servicio de la ruta amarilla con frecuencia de paso más continua, este fenómeno se debe a que el servicio de ruta amarilla tiene más atracción por los alumnos del CEGRAC y cuando está completa su capacidad máxima ya no realiza el ascenso en el ITSSMT.

Gráfica No. 34. Polígono de frecuencia de paso del servicio de transporte escolar de la ruta amarilla, con dirección a SMT (centro – asta bandera).

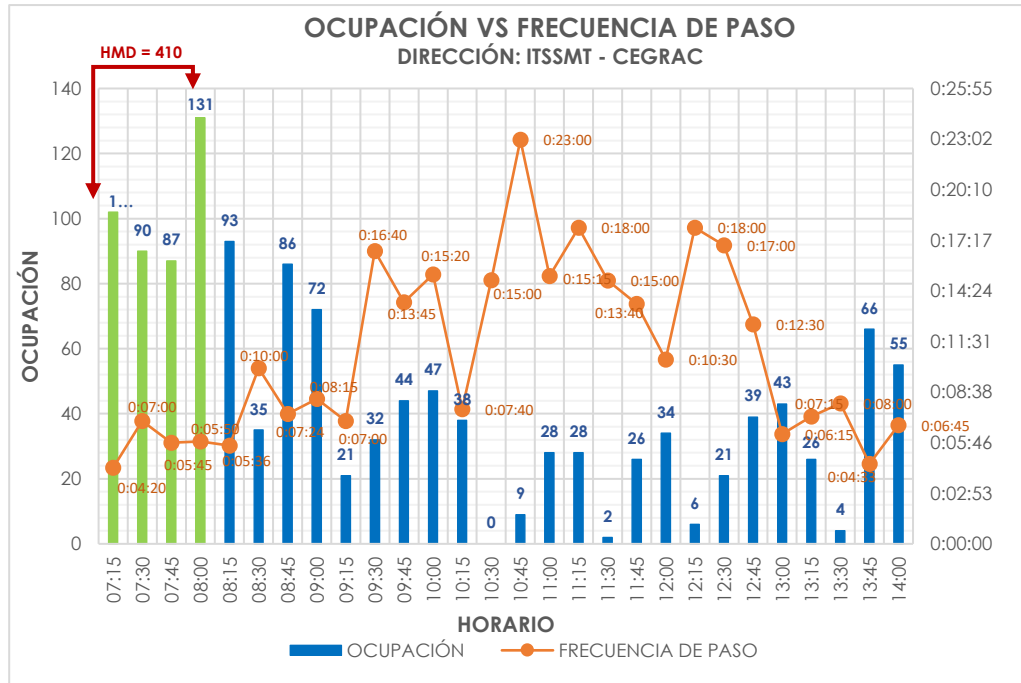


Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Cuando se analizan los resultados de los estudios de ocupación y de frecuencia de paso y se cruza la información, se comprueba que en los intervalos de tiempo de cada 15 minutos, hay una correlación entre la demanda del uso del transporte escolar y el intervalo de tiempo de la frecuencia del transporte público escolar, indicando también la analizada hora de máxima demanda.

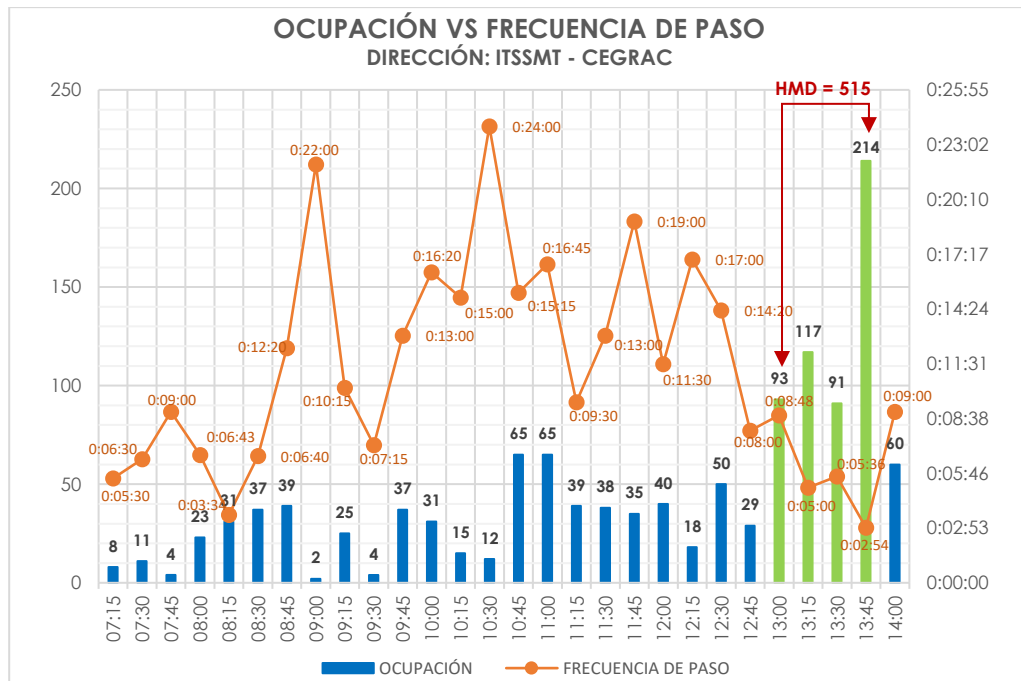
La ocupación se representa en una gráfica de barras de color azul e indicando la hora de máxima demanda con sus cuartos de hora indicadas de color verde y si empatamos la frecuencia de paso, la cual se representa en una gráfica de líneas con marcadores de color naranja, verificamos que los máximos marcadores de tiempo de paso tiene relación con el menor cantidad de usuarios y en contraparte donde existe menor intervalos de tiempo de paso refleja el mayor número de ocupación incluyendo principalmente la HMD. Esta relación se muestra en las gráficas No. 35 y 36 para ambas direcciones.

Gráfica No. 35. Comparativa de ocupación vs frecuencia de paso del servicio del transporte escolar, en dirección al ITSSMT – CEGRAC.



Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

Gráfica No. 36. Comparativa de ocupación vs frecuencia de paso del servicio del transporte escolar, en dirección a SMT (centro – asta bandera).



Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

3.3. Inventario geométrico

En los proyectos para realizar modificación a una vía o nueva infraestructura vial, se realizan trabajos de campo los cuales son clave para la conceptualización del nuevo proyecto. Durante los trabajos de estudios es importante realizar un trabajo de campo específico sobre el inventario geométrico vial, el cual puede incluir zonas de estacionamiento, identificación de usos de suelo de zonas o edificios patrimoniales, señalamientos horizontales y verticales.

El inventario geométrico vial, se realizó para levantar las características básicas de la sección, geometría y estado de una calle en un plano, así como la ubicación de mobiliario, infraestructura, arbolado o cualquier otra característica del espacio que se requiere para el anteproyecto. Estos elementos se levantan de manera precisa durante el proceso de creación del proyecto, los cuales se requieren para dimensionar adecuadamente el estado actual de la calle y detectar los elementos clave para la ejecución del proyecto.

De acuerdo al Manual de Calles para Ciudades Mexicanas de la SEDATU 2018, propone que en el levantamiento en campo debe contener los siguientes elementos:

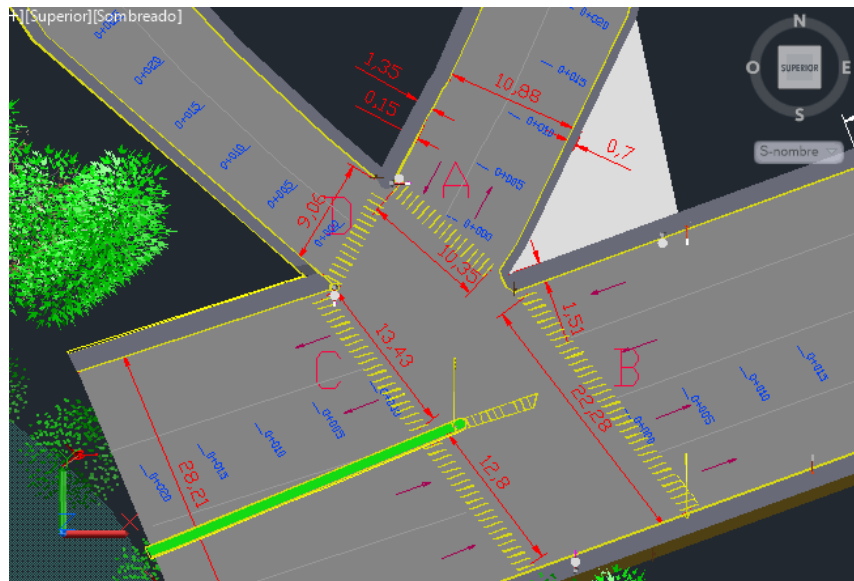
- Sección transversal (sección de banqueta, sección del espacio de estacionamiento y arroyo vehicular) y de la planta geométrica; medidas con cinta métrica.
- Ubicación de mobiliario urbano, tapas de pozos de registro, rampas de acceso a predios, rampas peatonales, semáforos y señalización vertical.
- Número, sección y tipo de carriles de circulación, en su caso carril de estacionamiento, camellón central o algún otro elemento que opere como isla peatonal, así como ubicación de cruces peatonales.
- En caso de que existan semáforos, las fases y ciclo semafórico tanto para peatones como para vehículos, debiendo contener cada fase la información de la vía que tiene prioridad y los segundos que dura.

El levantamiento geométrico vial se realizó en la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles Albino Labastida y San Damián, punto clave que anteriormente se utilizó para realizar los estudios transporte y tránsito como las encuestas de origen – destino EOD, índice de ocupación, frecuencia de paso, aforos vehiculares y peatonales.

Esta intersección es un punto importante de atracción de viajes de la población provenientes de los municipios del estado de Tlaxcala, es el punto de inicio del espacio fuera de la mancha poblacional urbana en la zona norte – oriente del municipio, desde la calle San Damián se recorren aproximadamente 2.6 kilómetros, para la propuesta de ciclovía a los usuarios del ITSSMT y CEGRAC.

El inventario geométrico vial de la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles Albino Labastida y San Damián, se realizó en campo por métodos manuales para la generación de información, misma que se proyectó y modeló su dibujo a escala con el programa AutoCad 2013 como se muestra en la imagen No. 73, el cual se proyecta la vista superior de la intersección realizada.

Imagen No. 73. Vista superior con estilo sombreado de la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles Albino Labastida y San Damián.

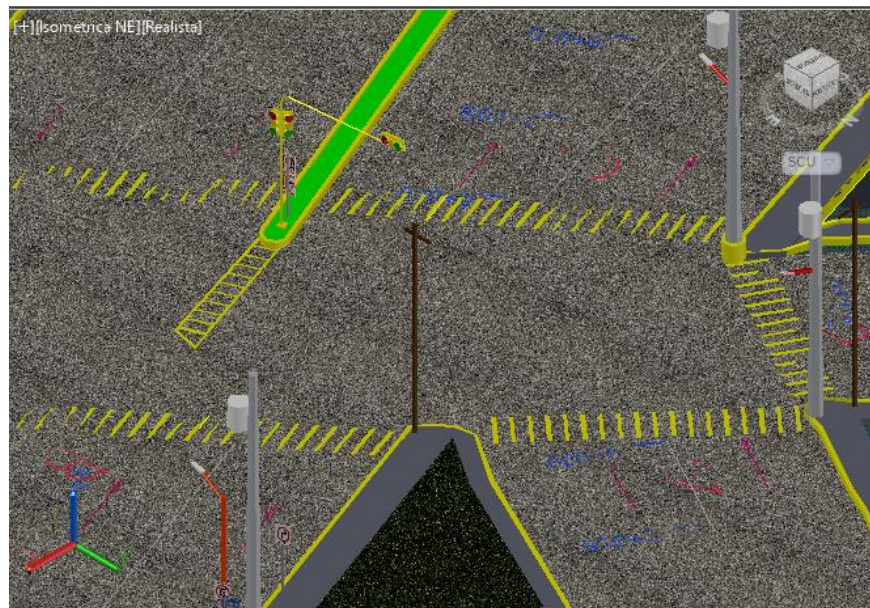


Fuente: Elaboración propia, mediante AutoCad 2013, agosto 2018.

Toda información del levantamiento para el inventario geométrico vial que se realizó en AutoCad 2013, se modeló desde 3D generando con el comando render las condiciones geométricas desde diferentes vistas, esto para conocer la infraestructura actual existente mismos que mostramos en las imágenes No. 74 y 75 las cuales proyectan las vistas Nororiental y Surponiente respectivamente.

En las imágenes se observan aspectos que no cumplen una accesibilidad adecuada, mala ubicación del señalamiento vertical (los cuales resultan insuficientes), cruces peatonales que inician y concluyen sin rampas de acceso y aceras con poco ancho para la movilidad peatonal únicamente beneficiando en dimensiones al flujo vehicular. Con esta información podemos entender las necesidades que se podrán proyectar en la propuesta de ciclovía, aprovechando oportunidades de mejora para crear beneficios y ejecutar un proyecto de viabilidad, desde su planeación.

Imagen No. 74. Vista norte – este con estilo realista de la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles Albino Labastida y San Damián.



Fuente: Elaboración propia, mediante AutoCad 2013, agosto 2018.

Imagen No. 75. Vista sur – oeste con estilo realista de la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles Albino Labastida y San Damián.



Fuente: Elaboración propia, mediante AutoCad 2013, agosto 2018.

La información recabada se revisó, analizó y proyectó con el fin de contar con datos de calidad. Es fundamental realizar un análisis visual de todo el trabajo desarrollado con datos que faciliten la creación de una estrategia que contribuya a la implementación del proyecto, y permita que el diseño vial sea adecuado. En la tabla No. 12 y 13 se resumen indicadores de diagnóstico que se observaron en el levantamiento del inventario geométrico vial, el cual sirven para indicar el funcionamiento de las calles junto a sus problemas actuales (análisis de la información).

Tabla No. 12. Indicadores de diagnóstico del inventario geométrico vial de la calle San Damián

Inventario físico	
Indicadores	Diagnóstico
Tipo de vía urbana	T1. Terciaria con nivel de habitabilidad 1
Carril del transporte público exclusivo	No existe un espacio exclusivo, destinado para el transporte público.
Número de carriles para tráfico rodado	La superficie de rodamiento existente es de doble sentido, generalmente tienen cuatro carriles, dos de circulación y dos de estacionamiento.
Presencia de infraestructura ciclista	No existe

Inventario físico	
Indicadores	Diagnóstico
Ancho del carril de transporte público	No existe un espacio exclusivo para el transporte público, cuenta con un carril de circulación general.
Ancho del carril de circulación	2.50 metros
Ancho de ciclocarril o ciclovia	No existe
Ancho de banqueta	Variable teniendo en la zona del cruce en el hombro izquierdo un ancho de 1.35 metros y en el hombro derecho 0.70 metros.
Estacionamiento en algún lado de la calle (sí/no)	Si existe estacionamiento en ambos sentidos.
Ancho de la franja de estacionamiento	2.50 metros

Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

Tabla No. 13. Indicadores de diagnóstico del inventario geométrico vial del boulevard Xicoténcatl.

Inventario físico	
Indicadores	Diagnóstico
Tipo de vía urbana	S1. Secundaria con nivel de habitabilidad 1
Carril del transporte público exclusivo	No existe un espacio exclusivo, destinado para el transporte público.
Número de carriles para tráfico rodado	La superficie de rodamiento existente es de doble sentido, generalmente tienen seis carriles, cuatro de circulación y dos de estacionamiento.
Presencia de infraestructura ciclista	No existe
Ancho del carril de transporte público	No existe un espacio exclusivo para el transporte público, cuenta con un carril de circulación general.
Ancho del carril de circulación	3.50 metros
Ancho de ciclocarril o ciclovia	No existe
Ancho de banqueta	Variable teniendo en la zona del cruce de entre 1.35 a 2.50 metros.
Estacionamiento en algún lado de la calle (sí/no)	Únicamente existe estacionamiento en el punto B. del modelado del levantamiento realizado.
Ancho de la franja de estacionamiento	3.00 metros

Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

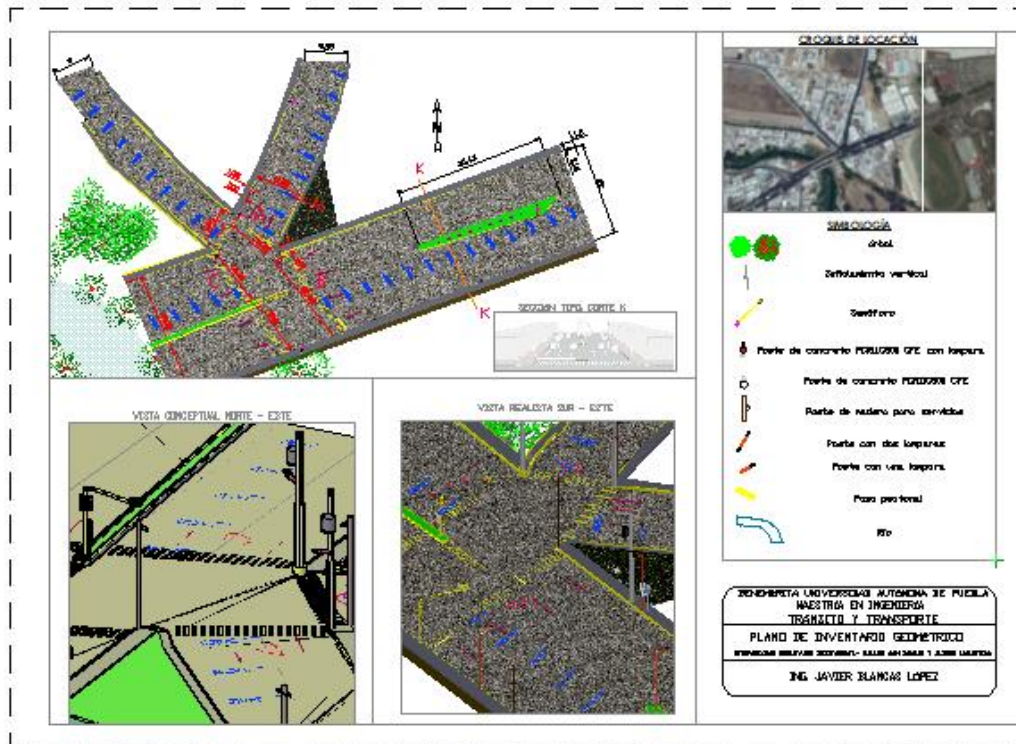
El Boulevard Xicoténcatl es una vía secundaria presenta durante su trayecto cruces semaforizados, su función es conectar calles terciarias (por ejemplo: San Damián y Albino Labastida) como la intersección de estudio debido a su función de coleccionar flujos. Además, esta conecta a carreteras de acceso a municipios del estado de Tlaxcala, el parque industrial de la zona limítrofe con el estado de

Tlaxcala, áreas de servicios públicos y un centro comercial. Un aspecto importante en este tipo de vialidad es que en ellas predomina la función de movilidad sobre la de habitabilidad.

La calle San Damián es una vía terciaria que da acceso a zonas de crecimiento urbano, únicamente su cruce se semaforiza cuando tiene intersecciones con vías secundarias (como el caso del Boulevard Xicoténcatl).

Otra forma de resumir la información fue mediante la elaboración de un plano, que incluye los diversos detalles, que servirán para la identificación de los aspectos observados en el levantamiento para el inventario geométrico, como se muestra en la imagen No. 76, el cual representa el plano de las condiciones actuales de la intersección donde comenzará la propuesta de ciclo vía.

Imagen No. 76. Plano de inventario geométrico vial de la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles Albino Labastida y San Damián.



Fuente: Elaboración propia, mediante AutoCad 2013, agosto 2018.

3.4. Estudios de Tránsito

Rama de la ingeniería que trata del planteamiento, trazado y funcionamiento de las calles además de prevenir controlar y corregir la operación del tránsito y la operación del camino. De acuerdo a Quintero-González, J. R. en su publicación *Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible (2017)*, hace referencia que la ingeniería de tránsito, como una ciencia definida y estructurada, ha permitido el estudio de las variables propias del tráfico en las ciudades. Se ha enfocado, principalmente, en el estudio de elementos relacionados al conductor, peatón, vehículo, vía, señalización y dispositivos de control del tráfico.

Del estudio en flujos vehiculares como en flujos peatonales, se desprende la mayoría de las soluciones empleadas hoy en día para el tratamiento de problemas, por ello se realizaron en la propuesta de ciclovía ITSSMT – CEGRAC, estudios de aforo vehicular, aforo peatonal, conteo ciclista y se revisaron las fases semafóricas de la intersección de estudio para determinar el nivel de servicio.

La información generada nos permite conocer las características de operación del sistema de transporte actual, desde el punto de vista del tránsito de los factores de influencia para la movilidad urbana en la zona de estudio, por su proceso de correlación entre los elementos físicos y las características de operación de vehículos y los usuarios.

Existe una relación entre el diseño vial urbano, la vialidad, el tránsito actual, el transporte público, los peatones y su seguridad; al que se ofrecerán adecuaciones para su mejora y funcionalidad. Crear una propuesta de ciclovía, deberá documentarse en investigaciones, experiencias y datos recabados para tal fin, para ofrecer una alternativa viable que utilicen medios no motorizados, que tenga propuestas adecuadas a favor de la sustentabilidad y mejor movilidad en usuarios que acuden a esta zona que proyecta un crecimiento urbano importante y así poder prevenir, controlar y aliviar las condiciones de tránsito.

3.4.1. Aforo vehicular

Siempre que se desea conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado, se realizan estudios de volúmenes de tránsito, para así poder establecer los criterios aplicados en temas relacionados al mejoramiento, adecuación y nuevos proyectos viales. Las razones para realizar estos recuentos llamados aforos son tan variadas, entre algunas razones podemos encontrar que los aforos se realizan para:

- Determinar la composición y volumen del tránsito
- Determinar el número de vehículos que viajan a cierta zona o a través de ella y ejecutar proyectos para mejorar “la movilidad urbana”.
- Utilizar la información como base en la clasificación de caminos.
- Como datos útiles para la planeación de rutas y determinación de “proyectos geométricos”.
- Proyectar sistemas de control del tránsito.
- Elaborar programas de conservación.
- Elaborar prioridades de construcción y sus volúmenes futuros de tránsito.
- Evaluar los índices de accidentes.

Para realizar un aforo vehicular se selecciona una o varias estaciones maestras de acuerdo a la magnitud del proyecto. Existen dos tipos principales de aforos, mecánicos los cuales se realizan mediante aparatos sofisticados y manuales realizados a través de personas, se obtienen datos en puntos específicos en donde se efectúan los diversos movimientos direccionales en la intersección de estudio donde coincide la ubicación de la estación maestra.

El día miércoles 20 de junio del 2018, se realizó de las 06:45 a las 15:00 horas, con el apoyo de cuatro aforadores para atender un total de 11 movimientos los cuales se ubicaron en la intersección semafórica del boulevard Xicoténcatl con las calles San Damián y Albino Labastida, el cual anteriormente se ha hecho referencia por ser un punto importante de concurrencia de usuarios provenientes del estado

de Tlaxcala, que acuden en la imagen No. 77 muestra personal aforando en diversos puntos de la intersección y en la imagen No. 78 se presenta la ubicación de los puntos del aforo respecto al croquis de ubicación.

El aforo vehicular de la intersección organizado en 4 puntos el cual generó 11 movimientos direccionales de acuerdo al croquis de la imagen No. 78:

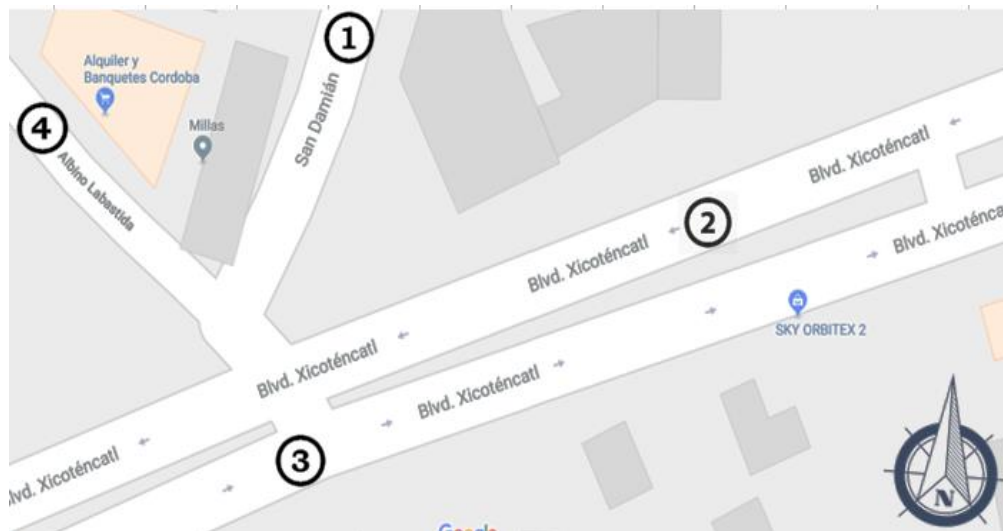
- El punto 1 se verificaron tres movimientos direccionales, el movimiento 1-2 corresponde la vuelta izquierda de calle San Damián a Boulevard Xicotécatl oriente, el movimiento 1-3 corresponde a la vuelta derecha de calle San Damián a Boulevard Xicotécatl poniente, el movimiento 1-4 corresponde a la vuelta derecha de calle San Damián a calle Albino Labastida;
- El punto 2 se verificaron tres movimientos direccionales, el movimiento 2-1 corresponde la vuelta derecha de Boulevard Xicotécatl a calle San Damián, el movimiento 2-3 corresponde a la circulación derecho por Boulevard Xicotécatl de oriente a poniente, el movimiento 2-4 corresponde a la vuelta derecha de Boulevard Xicotécatl a calle Albino Labastida;
- El punto 3 se verificaron dos movimientos direccionales, el movimiento 3-2 corresponde a la circulación derecho Boulevard Xicotécatl de poniente a oriente, el movimiento 3-3 corresponde a la vuelta en "U" por Boulevard Xicotécatl al poniente.
- El punto 4 se verificaron tres movimientos direccionales, el movimiento 4-1 corresponde la vuelta izquierda de calle Albino Labastida a calle San Damián, el movimiento 4-2 corresponde a la vuelta izquierda de calle Albino Labastida a Boulevard Xicotécatl oriente, el movimiento 4-3 corresponde a la vuelta derecha de calle Albino Labastida a Boulevard Xicotécatl poniente.

Imagen No. 77. Aforo en la intersección del Bvard. Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.



Fuente: Elaboración propia, junio 2018.

Imagen No. 78. Croquis de los puntos del aforo en la en la intersección del Boulevard. Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.



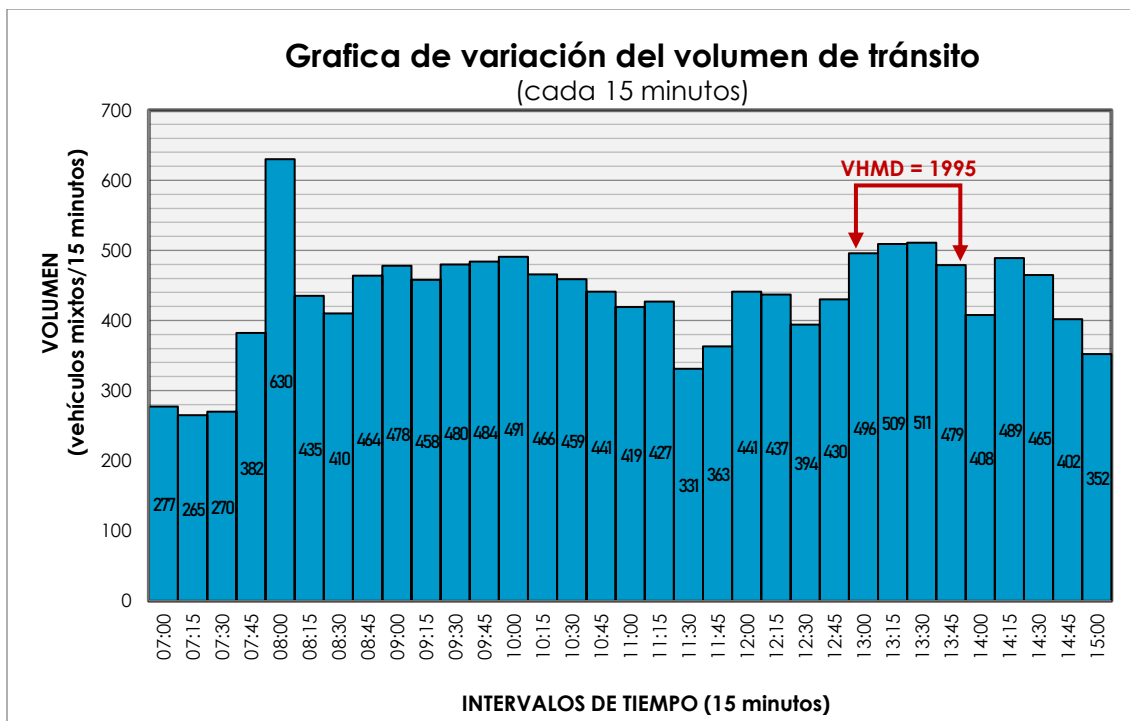
Fuente: Elaboración propia, mediante Google Maps, junio 2018.

En los aforos se generan datos en los periodos de máxima demanda, mismos que sirven de apoyo para la propuesta de ciclovía ITSSMT – CEGRAC, tomando en cuenta que el estudio realizado se enfoca principalmente en un destino de

concurencia escolar, por lo que existen dos puntos del día que cumplen con el objetivo de obtener la información adecuada. Estos momentos se basan entre las 06:45 a 09:15 horas, mismas que representan la hora de entrada de estudiantes y personal que labora; y de las 12:00 a 14:00 horas, las cuales representan el segundo turno de estudiantes y salida del primer turno.

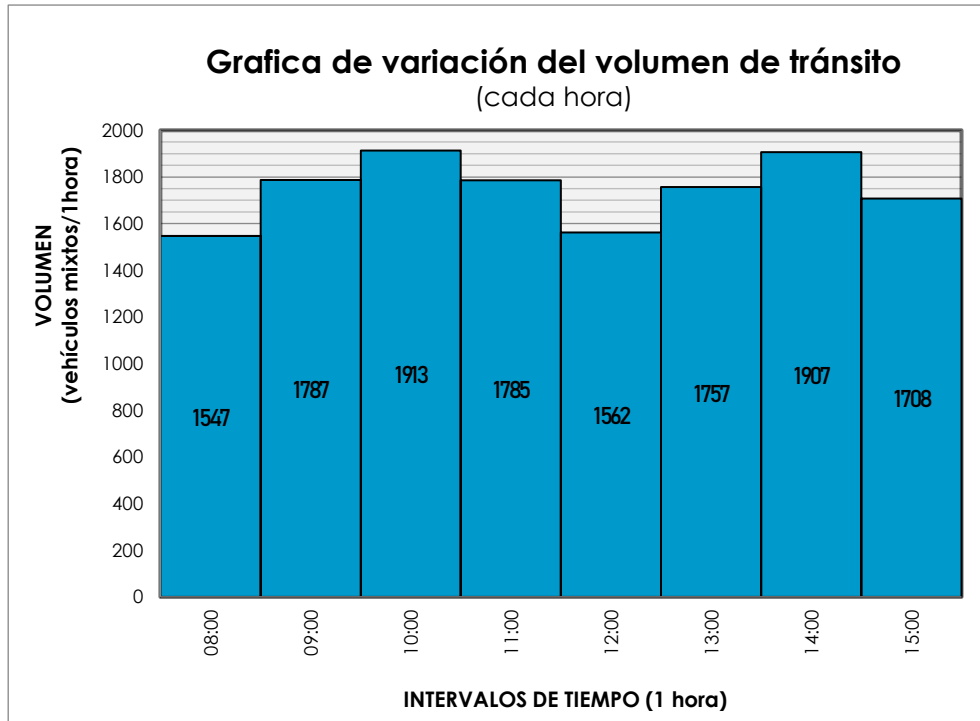
Para realizar los aforos con composición vehicular, se hizo el registro de periodos a cada 15 minutos, de la clasificación de los diversos modos de transporte en los diferentes movimientos direccionales de la intersección. Además, se consideró realizar el estudio, siendo un día no festivo y se tuvo la precaución de que las condiciones climatológicas fueran las adecuadas. De la información recabada de todos los movimientos direccionales, se obtienen los datos generales de la intersección, mismos que se muestran sus resultados en los polígonos de carga en la gráfica No. 37, por cada 15 minutos y en la gráfica No. 38, por cada hora.

Gráfica No. 37. Polígono de carga de variación del volumen de tránsito cada 15 minutos, en la intersección del Boulevard. Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

Gráfica No. 38. Polígono de carga de variación del volumen de tránsito cada hora, en la intersección del Boulevard. Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.



Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

En cada movimiento direccional, se llevó el registro de los volúmenes de los diferentes modos de transporte, obteniendo los datos del volumen de hora de máxima demanda (VHMD), el cual es el máximo número de vehículos que pasan durante 60 minutos consecutivos. En las gráficas anteriores se resumen todas las entradas vehiculares de la intersección, en polígonos de variación de volúmenes de tránsito, representados en cortes cada 15 minutos y cada hora.

Para los datos a cada 15 minutos, vemos que el dato que destaca de la uniformidad del resto de la información, es el volumen de 630 vehículos en el cuarto de hora que tiene que ver con el corte de 07:45 a las 08:00 horas. El volumen anterior representando el acumulado para la distribución de todos los movimientos direccionales durante quince minutos de mucho movimiento vehicular, más sin en cambio el dato no forma parte del VHMD, que es el que debe ser analizado.

El VHMD del aforo vehicular que acumulo, todos los movimientos direccionales para la obtención del polígono de variación del volumen del tránsito, en la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida, corresponde a un VHMD = 1995, representado en el horario comprendido entre las 12:45 a las 13:45 horas, durante esa hora sus cuartos de tiempo, dan un factor de la hora de máxima demanda correspondiente a FHMD = 0.98, el cual significa que existe una distribución uniforme de los flujos máximos durante esa hora, a diferencia del dato con flujo de 630 en el cual mostraba un sesgo de información debido a que el dato es flujo máximo en un periodo corto dentro de la misma hora.

Los datos de los volúmenes de tránsito los utilizaremos ampliamente para la planeación de la implementación de la propuesta de ciclovía que entre sus acciones lo utilizaremos para estimar los cambios anuales en los volúmenes de tránsito, para modelar la asignación y distribución del tránsito, para implementar en la planeación mejoras y priorizar decisiones de incluir un carril preferente o compartido para el uso de la bicicleta.

Mas adelante cuando se realice el proyecto de la propuesta de ciclovía ITSSMT - CEGRAC la información obtenida la podemos utilizar para la aplicación de normas del proyecto geométrico y proyectar una planeación de crecimiento en infraestructura vial. La importancia de los estudios de aforos vehiculares la podemos utilizar para implementar mejoras de seguridad, para las decisiones de los proyectos de usos comerciales, para la investigación de futuras metodologías y para las decisiones en las políticas públicas.

En ingeniería de tránsito los datos obtenidos de la variación de volúmenes de tránsito, será información útil para el análisis de capacidad y nivel de servicio en vialidades, caracterización de los flujos vehiculares, zonificación de velocidades, necesidad de dispositivos de control y estudios de estacionamientos.

3.4.2. Aforo peatonal

La actividad peatonal, puede ser un componente importante en el análisis de la capacidad de las vías urbanas y por tanto las características peatonales son un importante factor en el diseño y operación de sistemas de transporte. Caminar es un modo de transporte simple y universal que tiene impactos potencialmente positivos, debemos recordar la frase usada, de que todos en algún momento somos peatón, esta actividad es empleada por decisión voluntaria o por la necesidad de hacer un cambio de modalidad y así utilizar por ejemplo el transporte público.

La contraparte de caminar, la constituye la vulnerabilidad de los peatones, dada por factores de altos índices de riesgo de sufrir una lesión causados por usuarios de otros modos de transporte menos vulnerables que el peatón o simplemente por las condiciones físicas de la infraestructura actual que dispone un peatón al usar las calles.

La concentración de movimientos peatonales ocurre en eventos públicos, en o cerca de terminales de transporte, escuelas, edificios de gran altura, grandes tiendas departamentales, teatros, estadios, grandes estacionamientos y otros generadores importantes.

En todo estudio de transporte y tránsito multimodal debe analizarse la seguridad de los peatones, así como, los patrones de viaje y la conveniencia de circulación para estos. Un cruce para peatones congestionado afecta no solo la comodidad de los peatones, sino que también, pueden producir demoras en los movimientos de vuelta y por tanto reducir la capacidad de la intersección y calles que conectan.

Los conceptos del análisis para flujos peatonales, son similares a los usados para flujos vehiculares. La relación fundamental entre velocidad, volumen y densidad también son similares. A medida que el volumen y la densidad aumentan

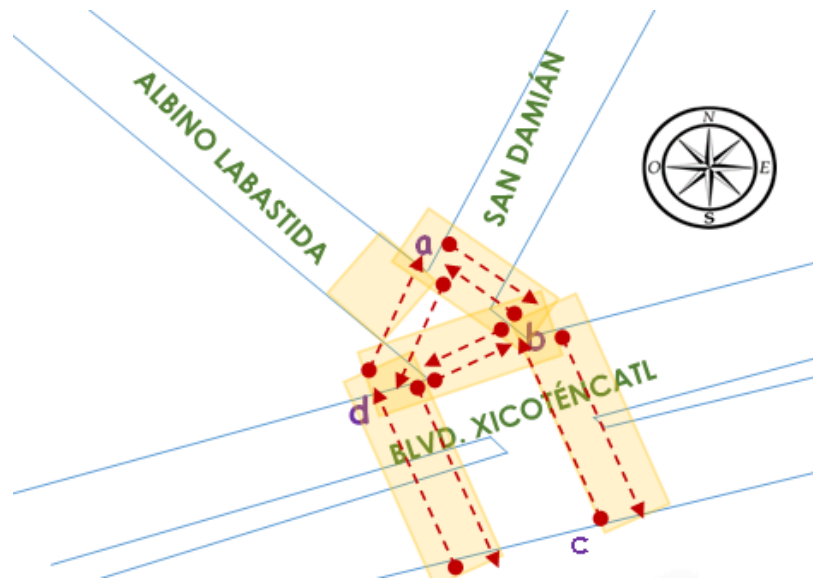
de condiciones de flujo libre a condiciones más congestionadas, la velocidad y facilidad de movimiento decrece. Cuando la densidad peatonal excede un nivel crítico, entonces la velocidad y el volumen toman valores erráticos y rápidamente disminuyen.

Los peatones dependen muchas ocasiones de los señalamientos horizontales, verticales y de los ciclos de semáforos, debido a que estos últimos producen la formación de grupos de peatones que tienen que esperar en las esquinas, lo cual decrementa la capacidad de circulación de las mismas, obligando a concentrarse a los peatones en grupos aún más densos. Las características de la circulación de peatones en los cruces peatonales son con las relaciones básicas de: velocidad, densidad y flujo en consistencia con los valores observados para la circulación sin interrupciones en vías peatonales.

El objetivo de este estudio es el analizar la conducta de cruce peatonal en la intersección del boulevard Xicotécatl y las calles San Damián y Labastida. Al observar que, en el área de cruce como es el comportamiento peatonal de los diferentes movimientos, es cuando se realiza el registró mediante aforos peatonales.

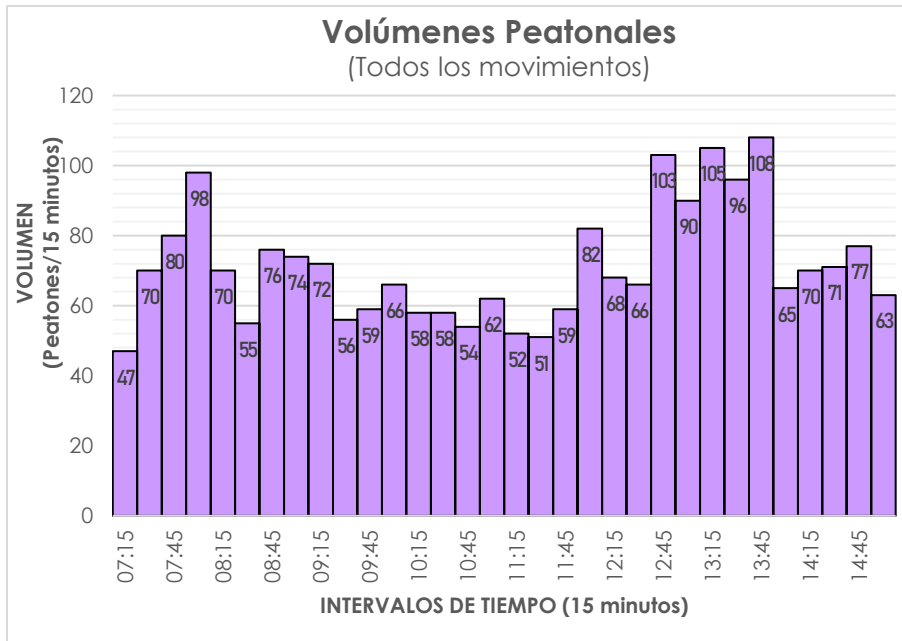
Se estableció cuatro puntos de referencia, con respecto a los cruces peatonales realizados en la intersección del Boulevard Xicotécatl y las calles San Damián y Labastida, del cual se muestran diez movimientos en las cinco áreas de cruce peatonal. Cada movimiento fue registrado el día miércoles 20 de junio del 2018 de las 06:45 a las 15:00 horas, con apoyo de dos aforadores, estos diez movimientos se representan en el croquis de la imagen No. 79, con flechas de color rojo, las cinco áreas de cruce peatonal se encuentran sombreado en color tenue anaranjado, además de indicar los puntos de referencia en sentido de las manecillas del reloj, comenzando desde el punto cartesiano norte.

Imagen No. 79. Croquis de los puntos del aforo peatonal en la en la intersección del Boulevard Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.



Fuente: Elaboración propia, mediante Google Maps, junio 2018.

Gráfica No. 39. Polígono de los volúmenes peatonales de todos los movimientos, en la intersección del Boulevard. Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.

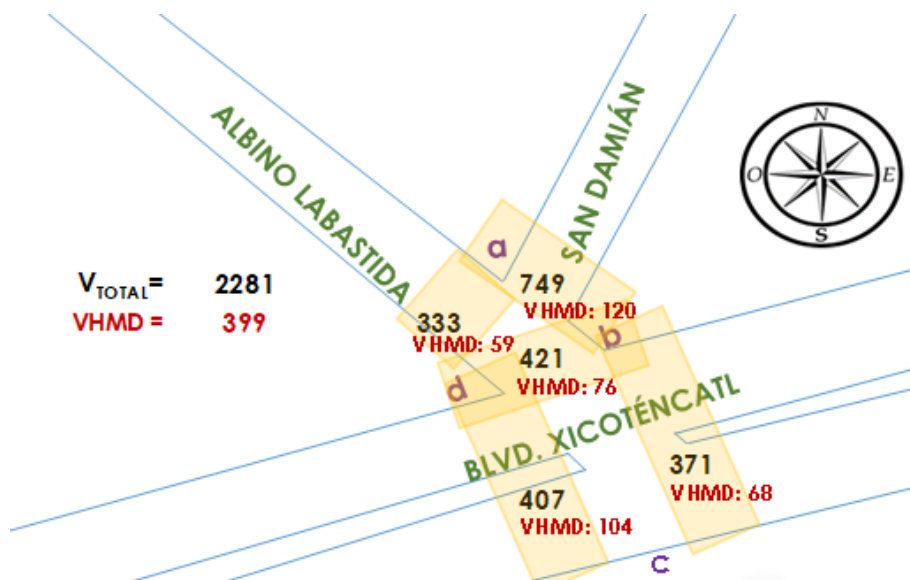


Fuente: Elaboración propia, julio 2018.

En el registro de información se analizó por separado en cada movimiento, se desglosaron los datos para analizar cada cruce peatonal la cual es representada en las cinco áreas de cruce peatonal, más adelante se verificará su comportamiento mediante su nivel de servicio. Con la información clasificada, se sumó cada movimiento para saber cuántos peatones circulan en la intersección con intervalos de 15 minutos, como se muestra en la gráfica No. 39.

Dados los resultados del total de movimientos de la intersección de estudio podemos referir que en el lapso de ocho horas existe un total de 2,281 peatones. De este polígono se obtuvo un VHMD de 399 peatones, este ocurrió de las 12:45 a las 13:45 horas. En el desglose de la información existen diversos VHMD con sus respectivos horarios de estos, se establecen la máxima capacidad en las cinco áreas para el cruce peatonal tal como lo muestra el mapa de la imagen No. 80. En la información vemos que del punto “a” al “b” se tiene el mayor volumen con 749 peatones durante ocho horas de estudio de aforo peatonal debido a que en el punto b, es el paradero del transporte público escolar.

Imagen No. 80. Croquis con datos del volumen total del periodo de estudio y su VHMD, en la intersección del Boulevard Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.



Fuente: Elaboración propia, mediante Google Maps, junio 2018.

3.4.3. Fases Semafóricas

Los semáforos son señales que regulan la circulación de peatones y vehículos en las intersecciones, además de establecer el derecho de paso, a través de indicaciones luminosas, audibles o vibratorias. Su objetivo es incrementar la seguridad y los niveles de servicio en las intersecciones o cruces. Al utilizar los semáforos, se presenta una secuencia de fases en un período de tiempo llamado ciclo.

Las fases semafóricas generan que los movimientos se ordenen y puedan efectuarse simultáneamente, sus tiempos dependerán en general de las características del tráfico y trazado de la intersección. Las fases condicionan la operación de la intersección, el ciclo y la duración de cada fase para los diversos movimientos direccionales; por lo cual es muy deseable estar siempre monitoreando el funcionamiento de los volúmenes de tránsito de cada intersección para así poder hacer las adecuaciones en beneficio de la seguridad y funcionamiento.

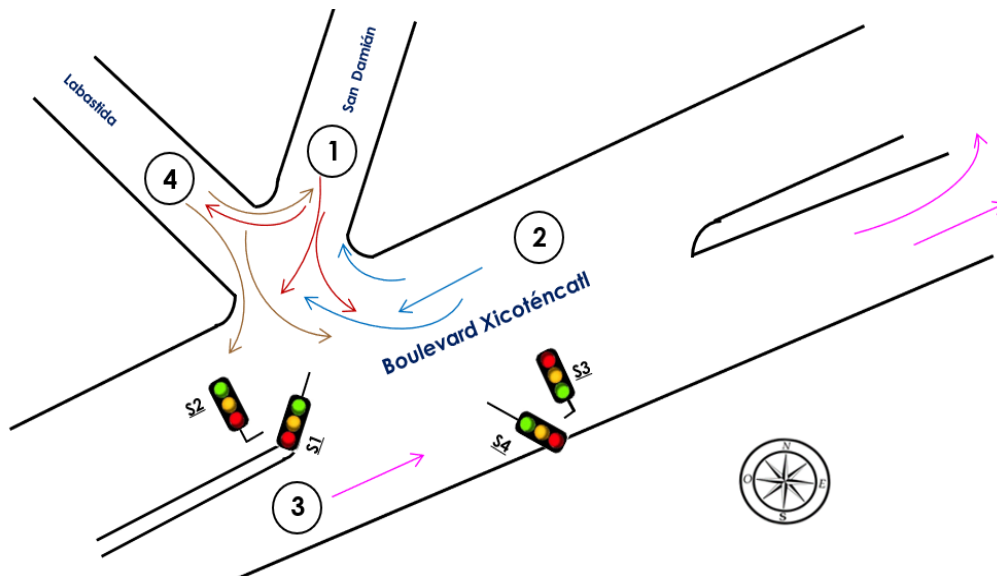
Cuando se realiza un uso correcto de un semáforo en una intersección, observamos ventajas que se reflejan en el orden de la circulación para alcanzar la optimización de la capacidad de las calles, se reduce la frecuencia de accidentes, interrumpe el tránsito vehicular intenso para dar prioridad y seguridad a peatones. Pero cuando se instala un sistema deficiente, éste genera gastos injustificados, demoras injustificadas, incremento de accidentes por cambios sorpresivos de color y pérdidas de tiempo innecesarias.

Para garantizar que un proyecto y la operación del semáforo sean correctos, se efectúan estudios de ingeniería de tránsito, estos principalmente se refieren a los aforos los cuales consideran volúmenes de vehículos que ingresan a la intersección por cuartos de hora, para cada movimiento o maniobra, y cada vía de acceso.

Estudios adicionales e importantes en la intersección que se requieren para conocer el buen funcionamiento de las fases semafóricas son los concernientes al volumen de peatones en ambos sentidos por cada cruce, estudios de velocidad en cada vía de acceso, levantamientos de características físicas y operacionales, tipo de superficie de rodadura, sentido de circulación y condiciones de estacionamiento.

Para conocer como está funcionando cada uno de los semáforos en la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida, se realizó el día miércoles 20 de junio del 2018, el levantamiento manual con cronometro en mano para conocer el ciclo y cada una de las fases semafóricas que operan los diversos movimientos direccionales de la intersección de estudio. En ella podemos observar en la imagen No. 81 la ubicación de los semáforos y los movimientos que permiten.

Imagen No. 81. Croquis del levantamiento de señalamiento y dispositivos de seguridad (semáforos), en la intersección del Boulevard Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.



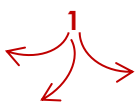



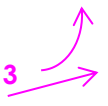



Fuente: Elaboración propia, mediante Google Maps, junio 2018.

Al identificar sobre la intersección, la información plasmada en el croquis de inventario que define la ubicación de los semáforos como dispositivos de seguridad y distribución de la movilidad, se tuvieron los datos mostrados en la tabla No. 14, de

los tiempos por fase en segundos de cada uno de los cuatro semáforos, los cuales tienen un ciclo de 100 segundos.

Tabla No. 14. Tiempos por fase y movimientos direccionales de los semáforos de la intersección del Boulevard Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.

S1	Tiempos por fase	S2	Tiempos por fase
	00:01:17		00:00:49
	00:00:03		00:00:03
	00:00:20		00:00:48
Total	00:01:40	Total	00:01:40
	Movimientos:		Movimientos:
	1-2		2-1
	1-3		2-3
	1-4		2-4
S3	Tiempos por fase	S4	Tiempos por fase
	00:00:44		00:00:49
	00:00:03		00:00:03
	00:00:53		00:00:48
Total	00:01:40	Total	00:01:40
	Movimientos:		Movimientos:
	3-2		4-1
	3-3		4-2
			4-3

Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

Esta información apoyará más adelante junto con los estudios anteriormente realizados, para la determinación del nivel de servicio de la intersección y la verificación del funcionamiento de cada uno de los semáforos. Además, en nuestra propuesta de ciclovía se conjuntará la información para adecuar conforme a las

características actuales e implementar también fases para la distribución de semáforos peatonales y para ciclistas los cuales regulan el tránsito de personas en los cruces de mayor concurrencia peatonal y regula el tránsito de bicicletas por medio de indicaciones luminosas.

3.5. Nivel de servicio

El nivel de servicio (NS) es la capacidad del número máximo de vehículos por unidad de tiempo, que razonablemente puede esperarse que pasen por un tramo de un camino, en un sentido o en dos sentidos, bajo las condiciones imperantes del camino y del tránsito. El nivel de servicio (NS) es una medida cualitativa que pueden tener en la capacidad muchos factores tales como la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de maniobras, la seguridad y los costos de operación. El NS de cualquier intersección, tiene un efecto importante sobre su desempeño operativo y se determina mediante el análisis y conjunto de observaciones del tránsito y condiciones geométricas.

Los análisis de capacidad de las vialidades y el cálculo del nivel de servicio de las intersecciones, es el resultado de la información recabada en campo por los aforos de los cuales se han definido anteriormente. Tener información de la capacidad vial, genera el nivel de servicio de la intersección, el cual ambos conceptos son fundamentales para este análisis.

La metodología del nivel de servicio que se realizó fue con base a el Highway Capacity Manual (HCM 2000), el cual es un método homologado a nivel nacional y referencia en Latinoamérica, elaborado por el Comité de Capacidad de Carreteras, para el cálculo de capacidad y análisis de nivel de servicio; es utilizado por la SCT Federal mediante el programa PROTAM y entidades internacionales como el Banco Mundial para la evaluación y aprobación de proyectos en materia de desarrollo en vías terrestres y similares.

Los niveles de servicio para las intersecciones semaforizadas, están definidos en términos de la demora, el cual es una medida de molestia al conductor, frustración, consumo de combustible y pérdida de tiempo en su viaje. En el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2000) define seis niveles de servicio. Cada nivel se designa con una letra, de la “A” a la “F”. En donde el nivel de servicio “A” representa las mejores condiciones de operación y el nivel de servicio “F” es el de peores condiciones. Cada nivel de servicio representa un rango y percepción de los conductores en cuanto a las condiciones de operación. En la metodología utilizada, los niveles de servicio se han establecido en términos de la demora promedio de parada por vehículo el cual se muestra en la tabla No. 15.

Tabla No. 15. Niveles de servicio para las intersecciones semaforizadas.

Nivel de Servicio	Para cruces o intersecciones semaforizadas. Demora x Vehículo (seg.)	Para corredores primarios. Velocidad de recorrido (km/h)
A	<5.0	> 50.1
B	5.1 – 15	50 – 36.1
C	15.1 – 25	36.1 – 24.1
D	25.1 – 40	24.1 – 16.1
E	40.1 – 60	16.1 – 8.1
F	> 60.1	< 8.0

Fuente: Highway Capacity Manual, transportation research board, national research council.

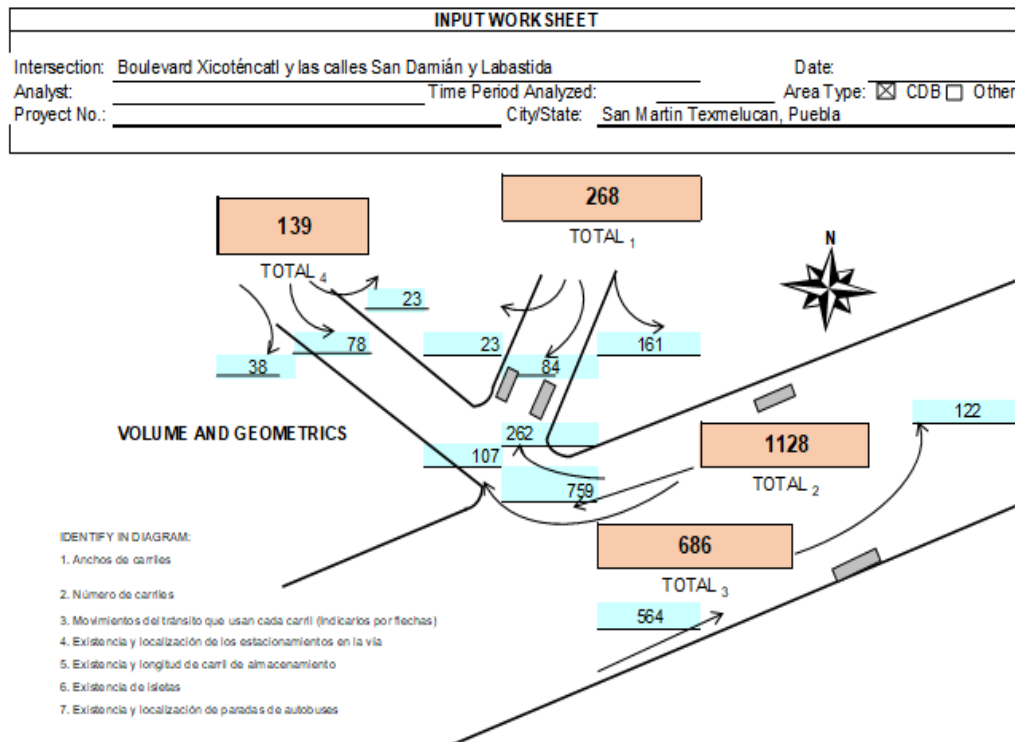
Las condiciones de operación de los niveles de servicio de acuerdo al HCM 2000, se describen de la siguiente manera:

- Tipo A.- Baja demora, sincronía extremadamente favorable y ciclos cortos, los vehículos no hacen alto.
- Tipo B.- Ocurre con una sincronía favorable y ciclos cortos.
- Tipo C.- Ocurre con una sincronía regular y/o ciclos largos; los ciclos en forma individual, empiezan a fallar.
- Tipo D.- Empieza a notarse la influencia de congestionamientos, ocasionados por un ciclo largo y/o una sincronía desfavorable o relaciones v/c altas.

- Tipo E.- Es el límite aceptable de la demora, indican una sincronía muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores a 1.
- Tipo F.- El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores, ocurre cuando los valores de flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c sean mayores de 1.00, pero teniendo una sincronía muy pobre y/o ciclo demasiado grande.

El procedimiento utilizado para revisar el nivel de servicio, en la intersección del boulevard Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida de acuerdo al HCM 2000, comienza con la recopilación de la información en campo de las características geométricas de tránsito y semaforización. La imagen No. 82, muestra el croquis con los movimientos direccionales y sus respectivos datos de capacidad vial y en la tabla No. 16 los datos de entrada que se realizan en la hoja de trabajo inicial.

Imagen No. 82. Croquis de los datos de campo del HCM 2000.



Fuente: Elaboración propia, con formato del NS de una intersección semaforizada, agosto 2018.

Tabla No. 16. Datos de campo del HCM 2000 de la intersección de estudio.

TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS										
Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. Lane		Buses (N _b)	PHF	Conf. Peds (Peds./hr)	Pedestrian Button		Arr. Type
			Y or N	N _m				Y or N	Min. Timing	
1	+4	1.87%	Y	6	40	0.93	104	N	10.09	3
2	-2	3.01%	N	0	80	0.80	196	N	15.65	3
3	+2	2.92%	N	0	60	0.94	0	N	12.63	3
4	+	2.16%	Y	3	0	0.81	127	N	10.36	4
Grade: + up, - down			N _b : buses stopping/hr			Min. Timing: min. Green for pedestrian crossing.				
HV: veh. with more than 4 wheels			PHF: peak-hour factor			Arr. Type: Type 1-5				
N _m : Pkg. Maneuvers/hr			Conf. Peds: Conflicting peds/hr							
PHASING										
D I A G R A M										
	Timing	G = 20 Y+R = 80	G = 48 Y+R = 52	G = 53 Y+R = 47	G = 17 Y+R = 83	G =	G =			
Permitted or Actuated										
Protected turns		Permitted turns		----- Pedestrian		Cycle Length <u>100</u> Sec.				

Fuente: Elaboración propia, con formato del NS de una intersección semaforizada, agosto 2018.

En la metodología se realiza con el ajuste de los volúmenes horarios por movimiento a valores de flujo para los 15 minutos máximos, se establecen los grupos de carriles para el análisis y ajusta los flujos de demanda y así reflejar la distribución de carriles.

El segundo paso fue obtener el valor de flujo de saturación total, que se acomoda por grupos de carriles bajo condiciones prevalecientes. En el tercer paso se hace un análisis de capacidad, la cual en ella la información y los cálculos obtenidos anteriormente se combinan para calcular la capacidad para cada acceso, además de calcular las relaciones v/c para cada grupo de carriles y toda la intersección.

Finalmente se calcula el nivel de servicio el cual combina los resultados de los módulos de ajuste de volúmenes, el valor de flujo de saturación y el análisis de capacidad, con esto se encuentra la demora promedio por parada por vehículo en el grupo de carriles.

Con la información analizada en la metodología del HCM 2000, dieron como resultado el nivel de servicio en los cuatro puntos que se encuentran en la intersección, de estos datos se genera un promedio para indicar el nivel de servicio de la intersección.

Para el caso del punto 1 correspondiente a la calle San Damián se observa un nivel de servicio D, la causa corresponde al número de carriles de acuerdo a su geometría actual, también a que se realiza un área de parada y base del transporte escolar público generando diversas maniobras, además influye el número importante de peatones que cruza para utilizar el transporte público escolar.

En el punto 2 y 3 que corresponden al boulevard Xicoténcatl provenientes del poniente y oriente respectivamente, se tuvieron niveles de servicio C para el punto 2 y B para el punto 3, en esta intersección la llegada de los vehículos no es saturada y se da un buen comportamiento y distribución debido a su amplia geometría, sus zonas restringidas de paradas.

En la Tabla No. 16 se muestran los datos finales de cada punto de estudio, mostrando en la parte inferior el comportamiento vial de la intersección el cual corresponde a un nivel de servicio C.

Tabla No. 17. Datos finales para la obtención del Nivel de Servicio respecto al HCM 2000, de la intersección del Boulevard Xicoténcatl y las calles San Damián y Labastida.

LEVEL-OF-SERVICE WORK SHEET												
Lane Groups		First Term Delay				Second Term Delay				Total Delay & LOS		
Approach	Lane Group Movements	w/c Ratio (X)	Green Ratio g/C	Cycle Length C (sec)	Delay d ₁ (sec/veh)	Lane Group Capacity c (vph)	Delay d ₂ (sec/veh)	Progression Factor PF Table 9-12	Lane Group Delay (sec/veh) Table 9-1	Lane Group LOS Table 9-1	Approach Delay (sec/veh) Table 9-1	Approach LOS Table 9-1
	1	0.68	0.20	100	28.03	457	2.48	1.00	30.51	D	30.51	D
	2	0.84	0.48	100	17.22	1854	2.80	1.00	19.82	C	19.82	C
	3	0.40	0.53	100	10.68	2000	0.07	1.00	10.73	B	10.73	B
	4	0.44	0.17	100	28.31	408	0.52	0.72	20.76	C	20.76	C

Intersection Delay **20.45** sec/veh Intersection LOS **C** (Table 9-1)

Fuente: Elaboración propia, con formato del NS de una intersección semaforizada, agosto 2018.

3.6. Conteo ciclista

Los conteos ciclistas representan una alternativa costo-efectiva para disponer de una línea base y medir posteriormente el seguimiento del avance en la implementación de una ruta ciclista junto con sus políticas de promoción a favor del uso de la bicicleta y así evaluar su eficiencia. Un conteo ciclista probablemente no refleja el número real de viajes en bicicleta, sino una muestra para identificar patrones generales de cambio en la afluencia ciclista en los puntos de estudio.

A partir del año 2010 en la ciudad de México se implementan conteos ciclistas, los cuales son realizados por ITDP, quienes verifican eficientemente un incremento exponencial de ciclistas de hasta 20 veces, relacionado con el inicio del programa Ecobici y con la implementación de la ciclovía modelo en Avenida Reforma.

El conteo realizado se enfocó únicamente en usuarios que circulaban sobre la calle San Damián, para enfocarlo donde se tiene proyectado la implementación de la ciclovía ITSSMT – CEGRAC, se estableció un punto de conteo el cual es indicado en la imagen No. 83, el procedimiento fue mediante un proceso de observación directa y de forma manual, como un aforo, pero enfocado a usuarios que utilizan a la bicicleta como medio de transporte.

Para llevar a cabo el conteo se realizó la selección de un punto estratégico el cual se basa de la ruta propuesta para la implementación de la ciclovía, el cual representa el punto potencial para la implementación de infraestructura ciclista, con el objetivo de contar con una base de la situación actual.

El conteo se realizó mediante un proceso de observación directa y de forma manual en la calle San Damián realizándose el día miércoles 20 de junio del 2018. El conteo se efectuó dentro de los días típicos (martes, miércoles y jueves) para evitar variaciones de inicio y fin de semana.

El período de conteo fue una muestra de 8 horas, de 7:00 am a 03:00 pm. Únicamente el conteo ciclista lo realizó 1 aforador, para capturar los datos obtenidos del levantamiento y obtener el número de ciclistas que cruzan en el punto de observación y su sentido de circulación. Para otros casos más detallados se estudia además otras variables como el tipo de bicicleta, sexo, grupo de edad aproximado, tipo de carga, uso de casco, uso de luz posterior, etc.

Imagen No. 83. Punto de conteo ciclista en la calle San Damián.

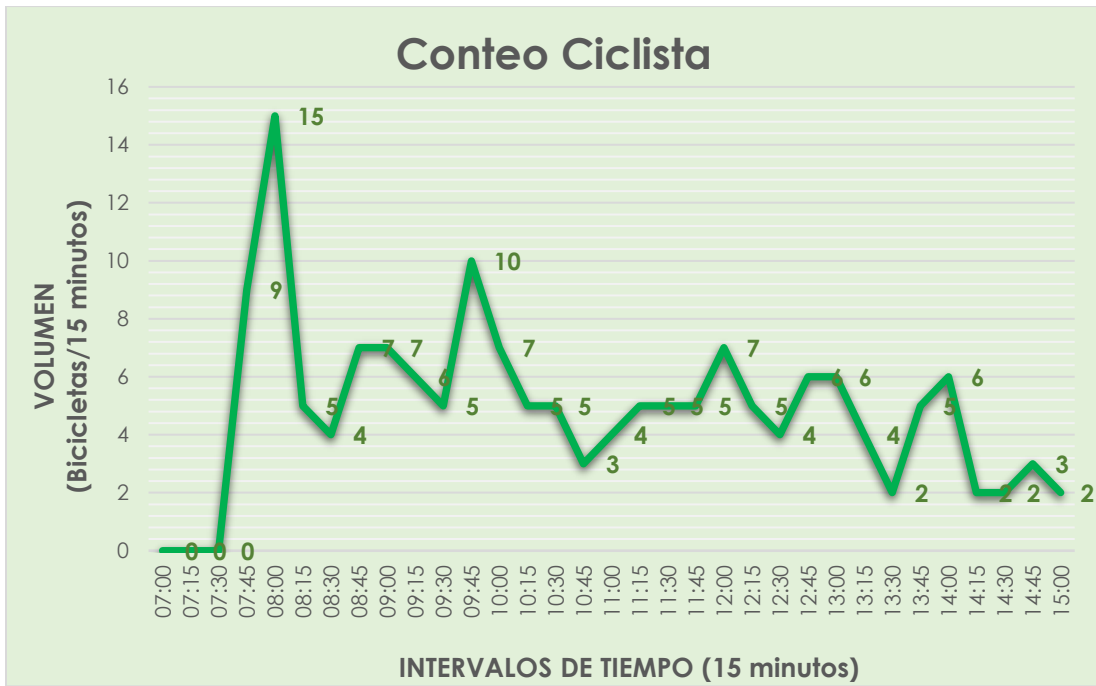


Fuente: Elaboración propia con Espacios y Datos de México de INEGI, agosto 2018

El aforo ciclista realizado en la calle San Damián, desde el punto de conteo durante 8 horas dio como resultado un total de 161 usuarios que usan la bicicleta como modo de transporte en la ruta propuesta sin que la infraestructura del proyecto se haya establecido. De este resultado 104 circulan por el lado sur con dirección al ITSSMT - CEGRAC y 57 circulan por el lado norte con dirección a la intersección semaforizada del estudio anterior. En la gráfica No. 40 se describen los datos totales del uso de la bicicleta.

Al utilizar el aforo vehicular de temas anteriores, se extrajo la información de los movimientos direccionales correspondientes a la calle San Damián, para poder hacer una comparativa del uso de la bicicleta con respecto al total de vehículos y así conocer cuanto representa. Del total de vehículos se tiene un resultado de 3211 vehículos mixtos (incluyendo el uso de la bicicleta), de este total se conoce que 161 utilizan la bicicleta por lo que esta tiene una representación de 5.01% durante el intervalo del aforo de 8 horas, esta comparativa se muestra en la gráfica No. 41.

Gráfica No. 40. Volúmenes de usuarios que usan bicicleta en la calle San Damián



Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

Gráfica No. 41. Comparativa del uso de la bicicleta respecto al volumen total.



Fuente: Elaboración propia, agosto 2018.

4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLOVÍA ITSSMT – CEGRAC PARA LA MOVILIDAD DE ESTUDIANTES, COMO MEDIO DE TRANSPORTE ALTERNATIVO.

En este capítulo se establecerá, la propuesta para la implementación de una ciclovia principalmente para los usuarios que acuden al ITSSMT – CEGRAC, con la finalidad de que exista entre los usuarios que por estudio o trabajo acuden a esta zona, otra alternativa de movilidad y además generar en la ciudad de San Martín Texmelucan una propuesta sustentable que trae consigo muchos beneficios importantes.

Desde la aplicación de encuestas EOD se estableció el enfoque de preferencias declaradas y reveladas entre los encuestados. Una vez procesado y analizado el resultado de las encuestas EOD en donde además de saber el lugar de procedencia de los participantes se crearon preguntas para conocer la aceptación y establecer la factibilidad de la implementación de una ciclovia.

Antes de iniciar el análisis para la propuesta de implementación de una ciclovia ITSSMT – CEGRAC, la hipótesis establecida fue la de demostrar que la solución en la problemática de falta de actividad física, de alternativas de una movilidad sustentable y de aumento en gastos de traslado a los estudiantes del ITSSMT; debe estar orientado como un programa de promover el acceso a la universidad en bicicleta, implementando una ciclovia segura, con áreas de estacionamiento de bicicletas, con centros de préstamos gratuitos, trazada a nivel, con un diseño geométrico adecuado, interconectada en otros puntos atractores.

La población en general se encuentra muy optimista con la implementación de la propuesta de ciclovia, con un poco más del 80% de las personas encuestadas que usarían una bicicleta, siempre y cuando existan condiciones geométricas adecuadas, infraestructura exclusiva para la seguridad y zonas de ciclo

estacionamiento con préstamo de bicicletas; actualmente el uso de la bicicleta desde las encuestas EOD como único modo de transporte corresponde al 1% la cifra incrementa a 5.4% entre los usuarios que alguna vez la han utilizado, no necesariamente frecuente y este fenómeno sucede debido a la distancia, la inseguridad de usar una bicicleta, a la falta de condición física o la falta de estacionamientos no hacen uso de las mismas.

Es notable el interés de uso de la bicicleta como un medio de transporte siempre y cuando se tengan ciertas características, es por ello la importancia de establecer una propuesta que resulta aceptable por los usuarios participantes. La distancia, la falta de vías exclusivas, la inseguridad vial, las condiciones geométricas actuales representan un 75% de la población encuestada, motivos por los cuales se comprueba la aceptación de la hipótesis inicial.

Es importante aclarar que la propuesta de ciclovía únicamente es una alternativa más de modo de transporte y no significa que no deba existir mejoras en los sistemas de transporte público escolar, simplemente se desea contribuir con alternativas sustentables, que beneficien la salud, ayuden a la economía de los estudiantes, sea rápida, accesible, segura y hagan una eficiente y mejor movilidad urbana en la ciudad de San Martín Texmelucan.

Durante este capítulo se propondrán las posibles soluciones a implementar en el análisis de ingeniería, después de todos los estudios que ayudan a identificar las características y comportamiento del tránsito y transporte; se definirán características de la propuesta de ciclovía para conocer su metodología y diseño; se establecerán los beneficios obtenidos al implementar una ciclovía adecuada para atender el destino ITSSMT – CEGRAC; se precisaran los impactos que generaría esta implementación; y se dejara una perspectiva de futura red ciclista para la conectividad de toda la ciudad de San Martín Texmelucan.

4.1. Posibles Soluciones

La ciclovía permite desarrollar el concepto de la bicicleta como un medio de transporte alternativo, al implementar la propuesta de ciclovía en el ITSSMT – CEGRAC, se generan una serie de cambios a la estructura actual de movilidad presentando una solución concreta y factible a los problemas de congestión vehicular y contaminación ambiental. Otras posibles soluciones, reflejan cambios y aprendizaje de una nueva cultura vial, promoción de la actividad física, beneficios al medio ambiente, accesibilidad rápida, y reducción en gastos económicos.

El enfoque del presente trabajo principalmente es en beneficios de las personas que acuden al ITSSMT o CEGRAC por fines de estudio o trabajo, el mayor porcentaje de los que acuden a este destino lo poseen los estudiantes, para ellos la principal solución se ve reflejado en el gasto económico que usualmente emplean cuando se eligen al transporte público escolar como medio de movilidad hacia su destino. Únicamente con la reducción del gasto de transporte público escolar los estudiantes de forma mensual reducirían \$250.00 y anualmente cerca de \$2,200.00, considerando que las características socioeconómicas de los estudiantes que acuden al ITSSMT y CEGRAC son de alumnos de bajos recursos, esta medida podría solucionar una parte de ahorro económico hacia sus familias.

En el aspecto ambiental, actualmente la sociedad está enfocada a la preservación del mismo y particularmente esta visión se tiene entre la población más joven quienes enfocan sus esfuerzos en acciones para promover beneficios ante su entorno. Es por ello que al contribuir con la participación de los usuarios que apostarían por este modo de transporte, como una medida sustentable, se estaría dando soluciones que contribuirían de forma directa a un entorno con una ciudad menos ruidosa con aire más limpio por la reducción de emisiones de gases generados por el tráfico vehicular.

Cuando se usa la bicicleta con las condiciones de infraestructura adecuada, hace de este un sistema competitivo, es por ello que las ciclovías generan una solución rápido y accesible, para todos los usuarios que la utilizan como modo de transporte. La velocidad de utilizar la bicicleta en una ciclovía está entre 15 y 20 km/h, dado factores físicos, geométricos de la vialidad y del número de cruces e intersecciones pueden reducir la velocidad promedio.

En cuanto al aspecto de salud física y mental, la ciclovía por ser un espacio libre promueve el pensamiento sano con el medio ambiente y genera contribuciones que se han comprobado son benéficas para el pensamiento, además de generar y contribuir con la actividad física que en la actualidad la mayoría de la sociedad ya no realizamos, por las actividades de sedentarismo.

La ciclovía soluciona la demanda que generan los atractores que generan los espacios públicos mismos como las escuelas, unidades deportivas, centros comerciales, etc. Todos los ejemplos anteriores corresponden a esa demanda de atracción, con la ayuda de la ciclovía se generan más opciones de movilidad en la zona, misma que anteriormente hemos explicado como un polo de desarrollo urbano que en la actualidad existen tres centros de estudios como lo son la preparatoria UPAEP, el CEGRAC y el ITSSMT; otro aspecto actual son las unidades deportivas Bicentenario y San Damián; y además se proyecta en un proyecto de corto plazo establecer en esos terrenos un campus correspondiente a la BUAP.

Por ello la importancia de comenzar establecer estas propuestas para que se estudien, se ejecuten y así impulsar la movilidad urbana que traen consigo muchos beneficios importantes para la sociedad, esta enorme visión ha llevado a que ciudades de primer nivel inviertan en la construcción de ciclovías, fomentando su

uso como actividad, promoviendo su desarrollo productivo, crecimiento social y sustentable.

4.2. Propuesta metodológica para el diseño y gestión de la ciclovía ITSSMT – CEGRAC

La propuesta para la construcción de la ciclovía ITSSMT – CEGRAC, comenzará desde su planeación, generando un Programa de Movilidad en Bicicleta (PMB), el cual debe servir como un documento rector cuyo propósito sea el de mejorar la movilidad urbana a través del uso de la bicicleta. En el PMB se deberá presentar un diagnóstico de la situación actual de la movilidad urbana y el uso de la bicicleta en donde se propone la creación de la ciclovía; a partir del PMB, se definirá la infraestructura y los servicios viables para hacer que la ciclovía cubra las necesidades proyectadas.

En el PMB se incluye un diagnóstico, un subprograma operativo que incluye la construcción y operación de infraestructura y equipamiento ciclista, un subprograma para la integración de la bicicleta con otros modos de transporte, una estrategia para el marco regulatorio, una estrategia de financiamiento, y una estrategia de monitoreo y evaluación.

Un aspecto importante que no se debe olvidar es la regulación del impacto ambiental, sobre las evaluaciones que se deben emplear en obras y actividades de infraestructura. Este aspecto se pida o no por las autoridades correspondientes, será fundamental para que en ella podemos prevenir, mitigar y compensar, los impactos ambientales adversos en la implementación de infraestructura y equipamiento ciclista.

Cuando se cuenta con la planeación adecuada y el proyecto de la propuesta de ciclo vía, se deberán realizar todas las gestiones necesarias para la obtención de recursos que garanticen la ejecución del mismo. Además del aspecto económico, las gestiones igual están enfocadas en los permisos y la regulación de normativos para así poder contar con todos los aspectos técnicos, administrativos, sociales para su implementación.

En la ejecución de la propuesta de ciclo vía considerando los aspectos anteriores, se realizará todo el análisis de estudios de tránsito y transporte que se generó en el capítulo anterior con ellos se establecerán los parámetros de diseño y se propondrá el proyecto geométrico empleado.

4.2.1. Parámetros de diseño

Toda la infraestructura vial ciclista es la combinación de aspectos para la circulación exclusiva o preferente de ciclistas: intersecciones diseñadas apropiadamente, puentes, túneles y otros elementos de infraestructura vial, y dispositivos para el control del tránsito que permitan que los usuarios se desplacen de forma segura, eficiente y cómoda creando la ruta ciclista. Su correcta aplicación da lugar a una circulación segura y cómoda por parte de los usuarios.

La infraestructura vial que se realizará para la ciclo vía ITSSMT – CEGRAC, deberá garantizar el acceso de forma continua y sin necesidad de que los usuarios ciclistas realicen maniobras que pongan en riesgo su integridad o la de otras personas. La ciclo vía deberá potenciar las ventajas competitivas de este modo de transporte, ya que sabemos que, en vialidades congestionadas, el uso de la bicicleta llega a ser el modo más rápido para desplazarse.

En los estudios de tránsito y transporte verificamos que el volumen y la velocidad vehicular resultaban aceptables por lo que se puede determinar combinar con el nuevo tránsito de uso de la bicicleta. Pero para mejorar su convivencia se deberán establecer dispositivos que aseguren mayor armonía y seguridad.

El diseño de la infraestructura bien planteada, logrará prevenir los conflictos entre usuarios, impedirá que los automóviles invadan las áreas exclusivas de circulación ciclista y destinará áreas para que los peatones no tengan que caminar sobre la ciclovía.

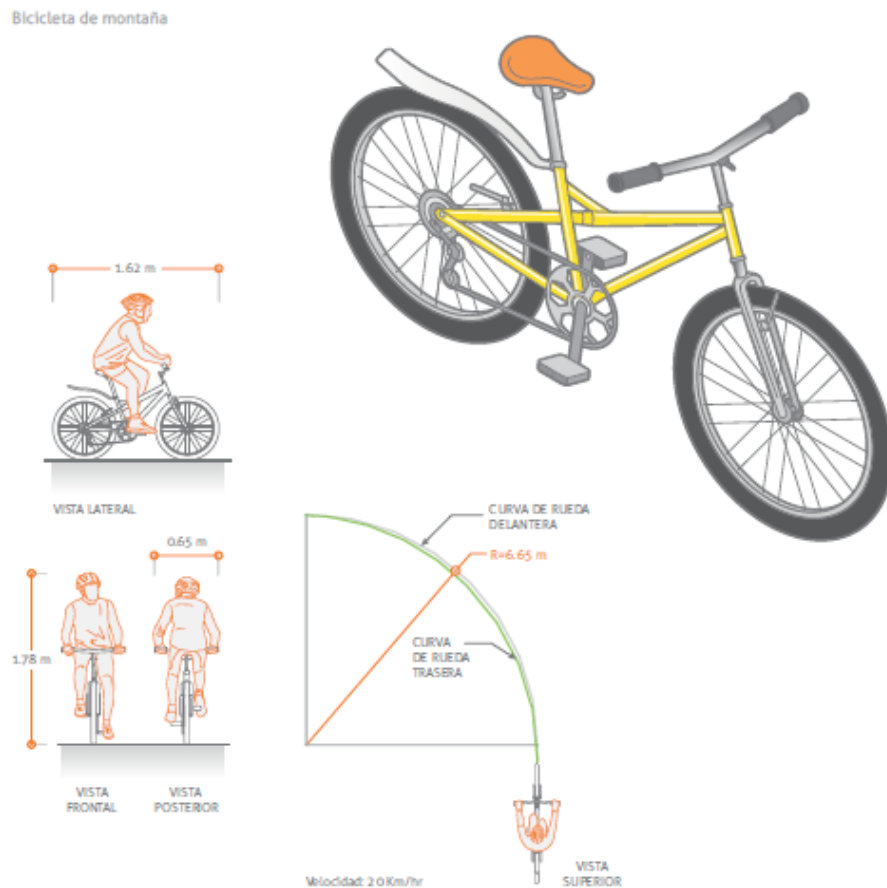
Al implementar la infraestructura de la ciclovía, se deberá establecer el diseño universal el cual utiliza los criterios básicos para crear productos y espacios que, sin necesidad de adaptaciones, pueden ser utilizados por todas las personas, sin importar su género, edad ni capacidad intelectual o física.

Los usuarios de la ciclovía ITSSMT – CEGRAC principalmente son usuarios jóvenes que estudian en estos centros educativos, por lo que la función de la ciclovía tiene necesidades específicas, en lo referente a su circulación. En otras situaciones habrá diferentes requerimientos para el uso de la ciclovía, en donde se deberá conocer su posible comportamiento para poder así solucionar los conflictos entre los diversos usuarios.

Existen diversos tipos de vehículos ciclistas y el diseño de una ciclovía puede estar en función de la diversidad de vehículos ciclistas existentes. Para el caso de la ciclovía no es necesario establecer todos los tipos de vehículos, por quede acuerdo a la función del destino final nos indica que no existen casos especiales.

Basándonos en el conteo ciclista se pudo observar que los principales tipos que se utilizan son bicicletas de montaña, turismo, urbana, de ruta y contemplaremos a las de préstamo público. En las imágenes No. 84 y 85 se muestran las características a contemplar en el diseño de la ciclovía utilizando bicicletas de montaña y urbana, las cuales son las más comunes a usar por los futuros usuarios.

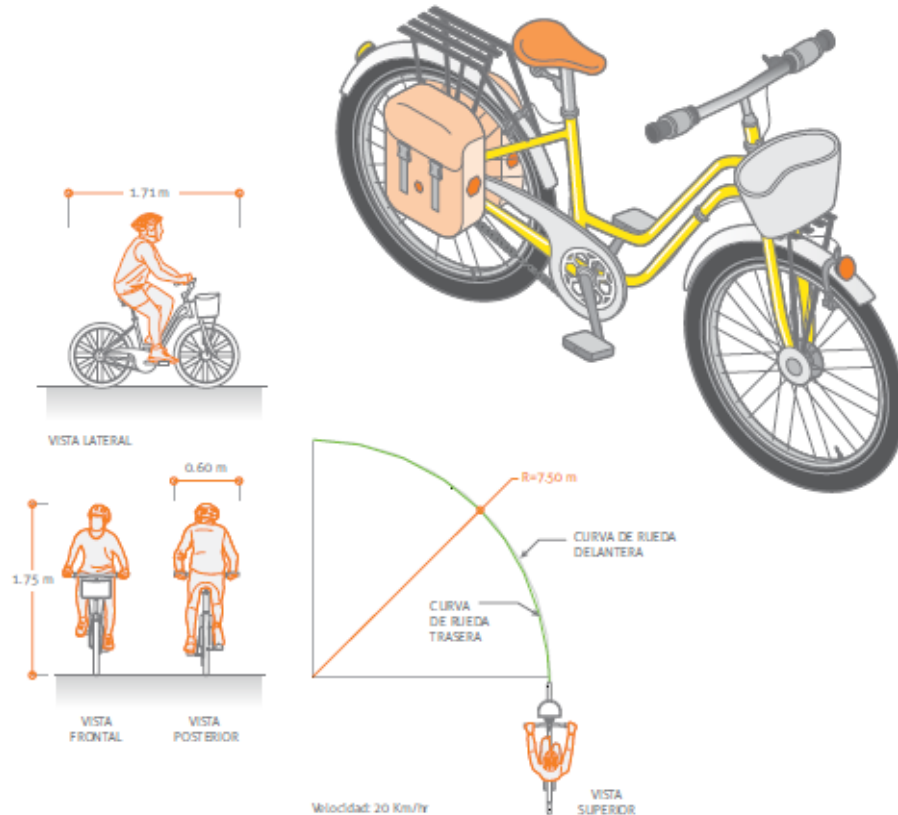
Imagen No. 84. Características de la bicicleta de montaña que se utilizarán en los parámetros de criterios para la implementación de la ciclovía.



Fuente: Tomo IV del manual de ciclociudades del ITDP, 2011.

Imagen No. 85. Características de la bicicleta urbana que se utilizarán en los parámetros de criterios para la implementación de la ciclovía.

Bicicleta de urbana con canastilla y parrilla con alforjas



Fuente: Tomo IV del manual de ciclociudades del ITDP, 2011.

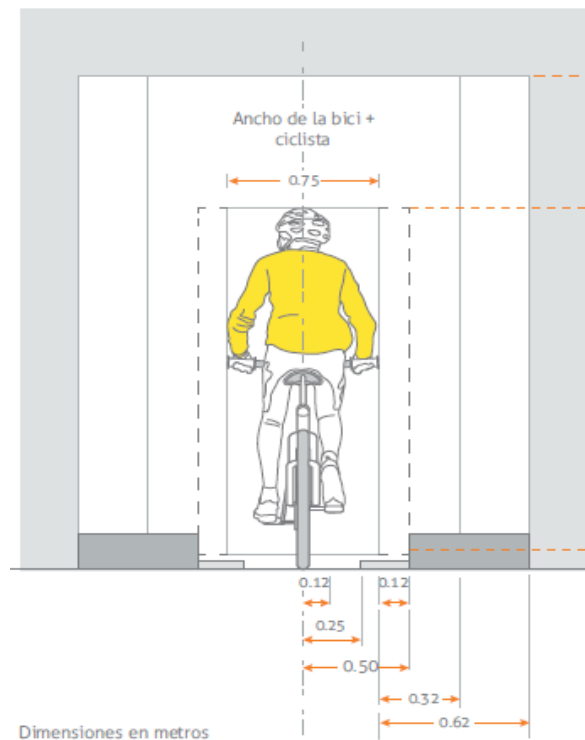
Por lo tanto, esta información será útil contemplar para el ancho adecuado de circulación, la posibilidad de rebases de los distintos tipos de vehículos ciclistas y los radios de giro en curvas serán elementos básicos para el diseño. Se sabe que una infraestructura ciclista que no cuenta con el espacio suficiente se convierte en una vía difícil de usar y en muchos casos simplemente inaccesible.

El entorno urbano en el cual se instalará la ciclovía ITSSM - CEGRAC, cuentan con una topografía especial, en condiciones planas los ciclistas tienen una velocidad promedio de entre 15 y 20 Km/h; para el presente caso en el cual existen

pendientes ascendentes, su velocidad con dirección al norte, se reduce hasta los 10 Km/h. En cambio, si la dirección es hacia el sur la pendiente desciende para alcanzar velocidades de hasta 40 Km/h.

El espacio de circulación está en función del ancho de los carriles de circulación, el cual deberá considerarse un margen para realizar maniobras con facilidad. Para la propuesta de ciclovía ITSSMT – CEGRAC se tiene la ventaja de contar actualmente con una vía vehicular el cual se le puede contemplar una ampliación en la calzada de circulación por la disposición de terrenos ejidales para su adquisición; esta medida generará que los usuarios se sientan seguros y cómodos y esto directamente dará una mejor velocidad. En la imagen No. 86, se muestra el espacio libre necesario sugerido para el uso de la bicicleta.

Imagen No. 86. Espacio libre necesario sugerido para el uso de la bicicleta.



Fuente: Tomo IV del manual de ciclociudades del ITDP, 2011.

En la imagen No. 87 Una sugerencia que se utiliza demostrado que, si los automóviles pasan a 30 Km/h junto a un ciclista, la distancia adecuada entre ambos debe ser de 0.85 m, mientras que, si la velocidad del auto es de 50 Km/h, la distancia se incrementa a 1.05 m.

Imagen No. 87. Distancia sugerida entre la bicicleta y el automóvil.



Fuente: Tomo IV del manual de ciclociudades del ITDP, 2011.

Durante el diseño de la ciclovía se deberá cumplir con las normas generales de circulación vehicular. Esto implica el seguimiento de los siguientes conceptos:

- La bicicleta es un vehículo, por lo que el espacio de circulación debe estar dentro del arroyo vehicular y nunca en las banquetas.
- Los ciclistas deben circular en el mismo sentido que los automóviles, a menos que se instaure infraestructura específica que permita el doble sentido.
- Los conductores de vehículos motorizados deben otorgar preferencia a los ciclistas en el uso de la vía.
- El concepto de espacio compartido debe ser aplicado en las vías que no cuentan con un espacio exclusivo para la circulación ciclista.

Para el diseño de una ciclovia y la evaluación de la misma, se proyectará el cumplimiento de los siguientes requisitos: coherente, directa, segura, cómoda y atractiva. Esto permite realizar cambios en el diseño antes de su implementación, revisar si es necesario añadir o cambiar señalamientos y simplemente mejorar las condiciones.

En la ciclovia del ITSSMT – CEGRAC se realizará de acuerdo a la coherencia para proveer conexiones entre los orígenes y los destinos; recordemos que el inicio de la ciclovia se encuentra en un punto de atracción de usuarios y su final corresponde a los centros educativos estudiados; en los puntos de inicio y fin del recorrido de la ruta, se contará con estacionamientos de las bicicletas de forma segura.

Se establecerá la adecuada señalización para hacer que los ciclistas respeten fácilmente las indicaciones del uso de la ciclovia. Se le dará importancia y cuidado a la superficie de rodadura y tendrá las indicaciones de señalamiento vertical y horizontal. La ciclovia se trazará con una ruta lo más directa posible, ya que se ha comprobado que los ciclistas tienen poca tolerancia ante las desviaciones y retrasos, y que siempre buscan acortar el tiempo de trayecto.

El diseño resulta importante para mantener una seguridad en su uso, para ello es importante una buena visibilidad para los ciclistas: la superficie de rodadura, las banquetas y las marcas en el pavimento deben ser perfectamente visibles y estar muy bien iluminadas. La infraestructura será lo suficientemente ancha para permitir que los rebases y los movimientos evasivos sean seguros.

Finalmente se pretenderá establecer comodidad de circulación en la ciclovia, para evitar por ejemplo la acumulación de agua estancada en la superficie.

4.2.2. Redistribución del espacio geométrico actual

El espacio de la vialidad es un recurso valioso y limitado que debe poder ser utilizado por todos los usuarios de la vía. Desafortunadamente, este espacio público está prácticamente tomado por los automóviles. Es necesario rediseñar la vialidad para dar lugar, también, a los peatones y ciclistas.

Los carriles vehiculares estándar son de 3.0 a 3.5 m de ancho, como los casos de la calle San Damián y el boulevard Xicoténcatl, los cuales tienden a ser más difíciles de circular en bicicleta que los que tienen anchos menores de 3.0 m, donde el vehículo automotor no puede rebasar a un ciclista utilizando el mismo carril, lo que lo obliga a cambiar de carril para realizar el rebase. Por esa razón es necesaria una nueva distribución del espacio vial (modificación del ancho de los carriles o eliminación de algunos de ellos).

Se desea preferentemente reasignar el espacio vial a través de la reducción del ancho de los carriles vehiculares moderando, al mismo tiempo, la velocidad. Este argumento es la primera opción cuando se requiere espacio para la implementación de una ciclovía. Con el reordenamiento del estacionamiento de igual forma se ofrece gran potencial para transformar la imagen, la forma y la sensación en general de las calles.

Para recuperar espacio en la vialidad, de las imágenes del capítulo 2.1.1. se habla de las características geométricas actuales y en cada punto de las secciones se propondrá una redistribución sugerida para la calle, la cual puede componerse de banquetas, arroyo vehicular, carriles confinados o exclusivos para autobús, infraestructura ciclista, áreas de carga y descarga y franja de estacionamiento. La medición de las características geométricas actuales fue de forma manual, su redistribución se recomendará conforme las siguientes tablas:

Tabla No. 18. Redistribución del espacio geométrico actual del punto A (situación actual).

Situación actual (m), del punto A.							
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Carril vehicular 3	Carril vehicular 4	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
1.35	0.15	2.00	3.50	3.50	2.35	0.15	0.70
Total: 13.70 m							
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. La raya delimitadora de arroyo vial se encuentra en la guarnición, el carril 1 se utiliza principalmente para estacionamiento, el carril 4 al inicio de la sección longitudinal, existe un tramo de 10 metros los cuales son utilizados para ser el paradero del transporte público escolar, posterior a esa franja su uso es para estacionamiento.							

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 19. Redistribución del espacio geométrico actual del punto A (situación deseable).

Situación deseable (m), del punto A.									
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	ciclo vía	Confinamiento	Carril Vehicular 1	Carril vehicular 2	Confinamiento	ciclo vía	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
2.00	0.15	1.35	0.35	3.00	3.00	0.35	1.35	0.15	2.00
Total: 13.70 m									
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. La raya delimitadora de arroyo vial se encuentra en la guarnición, en el confinamiento hay bolardos, se quita el paradero del transporte público escolar de la calle San Damián únicamente el transporte escolar realizará parada en la esquina de la calle Xicoténcatl.									

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 20. Redistribución del espacio geométrico actual del punto B (situación actual).

Situación actual (m), del punto B.						
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Carril vehicular 3	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
1.35	0.15	2.95	2.95	1.80	0.15	1.25
Total: 10.60 m						
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. La raya delimitadora de arroyo vial se encuentra en la guarnición, el carril 3 se utiliza principalmente para estacionamiento y regularmente no se encuentra saturado.						

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 21. Redistribución del espacio geométrico actual del punto B (situación deseable).

Situación deseable (m), del punto B.									
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	ciclo vía	Confinamiento	Carril Vehicular 1	Carril vehicular 2	Confinamiento	ciclo vía	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
1.35	0.15	1.00	0.30	2.50	2.50	0.30	1.00	0.15	1.35
Total: 10.60 m									
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. La raya delimitadora de arroyo vial se encuentra en la guarnición, en el confinamiento hay bolardos, se quita la zona de estacionamiento, únicamente existen carriles de circulación vial y ciclista.									

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 22. Redistribución del espacio geométrico actual del punto C (situación actual).

Situación actual (m), del punto C.							
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	Ancho de cuneta	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Ancho de cuneta	Guarnición	Banqueta derecha
0.85	0.15	0.90	3.05	3.05	0.90	0.10	1.00
Total: 10.00 m							
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. La raya delimitadora de arroyo vial se encuentra en la guarnición, no existe espacio para estacionamiento, en el lado derecho la banqueta no está a nivel con la calzada (elevada), cuenta con parapeto.							

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 23. Redistribución del espacio geométrico actual del punto C (situación deseable).

Situación deseable (m), del punto C.									
Banqueta izquierda con guarnición	Ancho de cuneta	ciclo vía	Confinamiento	Carril Vehicular 1	Carril vehicular 2	Confinamiento	Ciclo vía	Ancho de cuneta	Banqueta derecha con guarnición
1.15	0.90	1.00	0.30	2.45	2.45	0.30	1.00	0.90	1.10
Total: 11.55 m									
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. Se propone hacer una ampliación adquiriendo 1.55 metros para poder realizar una mejor distribución, con confinamiento a través de bolardos, únicamente existen carriles de circulación vial y ciclista.									

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 24. Redistribución del espacio geométrico actual del punto C' (situación actual).

Situación actual (m), del punto C'.							
Banqueta izquierda	Guarnición	Ancho de cuneta	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Ancho de cuneta	Guarnición	Banqueta derecha
0.90	0.10	1.10	3.00	3.00	1.10	0.10	0.90
Total: 10.20 m							
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. No existe espacio para estacionamiento, las banquetas no están a nivel con la calzada (elevada), cuenta con parapeto.							

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 25. Redistribución del espacio geométrico actual del punto C' (situación deseable).

Situación deseable (m), del punto C'.									
Banqueta izquierda con guarnición	Ancho de cuneta	ciclo vía	Confinamiento	Carril Vehicular 1	Carril vehicular 2	Confinamiento	Ciclo vía	Ancho de cuneta	Banqueta derecha con guarnición
1.00	1.00	1.00	0.30	2.45	2.45	0.30	1.00	1.00	1.00
Total: 11.50 m									
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. Se propone hacer una ampliación adquiriendo 1.50 metros para poder realizar una mejor distribución, con confinamiento a través de bolardos, únicamente existen carriles de circulación vial y ciclista. El punto D tiene las mismas características que el punto C'.									

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 26. Redistribución del espacio geométrico actual del punto E (situación actual).

Situación actual (m), del punto E.			
Ancho de cuneta	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Ancho de cuneta
0.90	3.10	3.10	0.90
Total: 8.00 m			
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. No existen banquetas, no hay espacio para estacionamiento, sus cunetas tienen presencia de material orgánico.			

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 27. Redistribución del espacio geométrico actual del punto F (situación actual).

Situación actual (m), del punto F.			
Ancho de cuneta	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Ancho de cuneta
1.00	2.80	2.80	0.90
Total: 7.50 m			
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. No existen banquetas, no hay espacio para estacionamiento, sus cunetas tienen presencia de material orgánico.			

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 28. Redistribución del espacio geométrico actual del punto G (situación actual).

Situación actual (m), del punto G.			
Ancho de cuneta	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Ancho de cuneta
N/A	3.00	3.00	N/A
Total: 6.00 m			
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. No existen banquetas, no hay espacio para estacionamiento, no cuenta con cunetas.			

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 29. Redistribución del espacio geométrico actual del punto H (situación actual).

Situación actual (m), del punto H.			
Ancho de cuneta	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Ancho de cuneta
N/A	2.95	2.95	N/A
Total: 5.90 m			
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. No existen banquetas, no hay espacio para estacionamiento, no cuenta con cunetas.			

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 30. Redistribución del espacio geométrico actual del punto I (situación actual).

Situación actual (m), del punto I.			
Ancho de cuneta	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Ancho de cuneta
1.00	2.95	2.95	1.00
Total: 6.90 m Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. No existen banquetas, no hay espacio para estacionamiento, sus cunetas tienen presencia de material orgánico.			

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 31. Redistribución del espacio geométrico actual de los puntos E, F, G, H, I (situación deseable).

Situación deseable (m), de los puntos E, F, G, H, I.									
Banqueta izquierda con guarnición	Ancho de cuneta	ciclo vía	Confinamiento	Carril Vehicular 1	Carril vehicular 2	Confinamiento	Ciclo vía	Ancho de cuneta	Banqueta derecha con guarnición
N/A	0.90	1.00	0.20	2.45	2.45	0.20	1.00	0.90	0.90
Total: 10.00 m Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. Se propone hacer ampliaciones adquiriendo en el margen derecho el ancho suficiente para hacerlo de 10 metros y así poder realizar una mejor distribución, con confinamiento a través de bolardos, únicamente existen carriles de circulación vial y ciclista. Se propone una banqueta en el margen derecho para que el uso de peatones se realice en él y no por el carril asignado a la ciclo vía.									

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 32. Redistribución del espacio geométrico actual de los puntos J, K (situación actual).

Situación actual (m), de los puntos J, K.			
Ancho de cuneta	Carril vehicular 1	Carril Vehicular 2	Ancho de cuneta
0.90	3.05	3.05	0.80
Total: 7.80 m Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. No existen banquetas, no hay espacio para estacionamiento, sus cunetas tienen presencia de material orgánico.			

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Tabla No. 33. Redistribución del espacio geométrico actual de los puntos J, K. (situación deseable).

Situación deseable (m), de los puntos J, K.									
Banqueta izquierda con guarnición	Ancho de cuneta	ciclo vía	Confinamiento	Carril Vehicular 1	Carril vehicular 2	Confinamiento	Ciclo vía	Ancho de cuneta	Banqueta derecha con guarnición
N/A	0.90	1.00	0.20	2.45	2.45	0.20	1.00	0.90	0.90
Total: 10.00 m									
Observaciones: La observación es con dirección al ITSSMT – CEGRAC. Se propone hacer ampliaciones adquiriendo en el margen izquierdo el ancho suficiente para hacerlo de 10 metros y así poder realizar una mejor distribución, con confinamiento a través de bolardos, únicamente existen carriles de circulación vial y ciclista. Se propone una banqueta en el margen izquierdo para que el uso de peatones se realice en él y no por el carril asignado a la ciclovía.									

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2018.

Cada una de las propuestas deberán ser descritas en un plano, para ver detalles específicos desde el punto de vista geométrico. La geometría definida tiene un impacto sobre todos los modos de transporte propuestos y sobre la operación final de la calle. Se deberá considerar el impacto sobre la operación de vías cercanas y sobre aspectos como la vegetación existente.

4.2.3. Gestión del municipio de San Martín Texmelucan

Dado que las facultades de obras, presupuestos, gestión de vialidades y comunicación, son responsabilidad de dependencias gubernamentales específicas en la mayoría de veces desde los ayuntamientos, será importante tener comunicación directa con las direcciones correspondientes. Esto con la finalidad de dar seguimiento a la propuesta del proyecto de ciclovía y poder presentar todos los beneficios sociales con planteamientos claros, permitiendo agilizar el procedimiento operativo de forma eficiente.

El encargado del ayuntamiento deberá tener absoluto conocimiento de los objetivos y metas del proyecto junto a con su equipamiento ciclista para así poder convencer de hacer de la bicicleta un modo de transporte viable en la ciudad. Será importante y recomendable, capacitar a los actores que se encargan del enlace, a través de capacitación continua sobre el tema para que mantenga una postura, visión y actitud que sea compatible con la propuesta de ciclovía a presentar.

Con la finalidad de agilizar la autorización de proyectos como el de la implementación de una infraestructura ciclista, será importante incluir a todas las áreas involucradas en el proceso. Para lograrlo es importante generar mesas de discusión entre las instituciones educativas participantes, asociaciones civiles que fomenten temas de movilidad en bicicleta y el gobierno municipal para ir generando compromisos y dialogo sobre el tema con un claro conocimiento del mismo y haciendo revisiones periódicas del desarrollo del proyecto ejecutivos.

Es importante persuadir y convencer a las autoridades municipales, por que generalmente son ellos los que autoriza los proyectos de infraestructura vial y autoriza las modificaciones que se hacen en la misma (por ejemplo, la redistribución o eliminación de carriles viales). El enlace del gobierno encargado de las decisiones deberá garantizar que los proyectos cuenten con el trazo geométrico, con trayectos predecibles y viables para los usuarios y que todo el proyecto este respaldado dentro de las normas correspondientes. Es por eso que para poder lograr con éxito las gestiones que generen un apoyo por parte de las autoridades del municipio se deberá realizar un buen proyecto que garantice el convencimiento de los ayuntamientos.

Otra gestión importante una vez que se lograron los permisos y recursos público para la ejecución de la ciclovía, es en la aplicación y seguimiento de las autoridades de tránsito municipal, para que las normas correctoras se apliquen

incluyendo al uso de la bicicleta y así sea considerada como un modo de transporte seguro.

Es importante realizar un buen trabajo de convencimiento porque se tiene la idea errónea, de que en las vialidades lo más importante es aumentar velocidades vehiculares, y que la bicicleta no debiera circular en la vía. Por eso, se debe capacitar y sensibilizar a esta área (agentes de la policía de tránsito), para que se vea un enfoque de preferencia como lo describe la pirámide de movilidad, hacia los ciclistas y peatones. Para consolidar estos cambios es importante que tránsito municipal realice cambios normativos para así otorgar a los ciclistas y peatones prioridades en el tránsito.

Una vez instalada la primera ciclo vía es importante realizar una difusión al programa de movilidad en bicicleta, para difundir en la sociedad los cambios realizados además de poder implementar en las industrias, escuelas, cámaras de comercio, empresarios, organismos sociales y en medios de comunicación campañas informativas que sirven para dar a conocer las normas y cambios en el reglamento vial y así generar una mejor conducción y una mayor seguridad ciclista.

Es importante que, para lograr un buen seguimiento de la infraestructura vial desde su planeación, ejecución de proyecto, equipamiento y mantenimiento se propone un acuerdo en lo económico mínimo del 60% de la autoridad municipal y el resto con los recursos propios de las autoridades escolares, sin descartar que se puede contar con los fondos necesarios accediendo a programas federales por ejemplo el programa Hábitat o de sectores financieros públicos que destinan recursos para programas de movilidad. Con estos acuerdos se podrá lograr cumplir con la visión de implementación y apoyará al seguimiento de la propuesta para así mantener en condiciones favorables la ciclo vía.

4.3. Solución de intermodalidad con servicio de transporte escolar.

Los sistemas de transportes públicos no son tan eficientes, por lo que son necesarios alternativas como el uso de la bicicleta, ya que este vehículo no motorizado puede convertirse en un complemento flexible, rápido, cómodo y útil a los sistemas de transporte convencionales. Su implementación puede ser una alternativa o complemento, para los casos diferentes puntos de llegada, siendo en la intermodalidad una manera combinada para mejorar, entre la transición con otro modo de transporte, haciéndola que el resultado sea de forma fácil y práctica.

Incluir la intermodalidad en el proyecto de ciclovía ITSSMT – CEGRAC, es una manera de convivencia entre la bicicleta y el transporte público escolar, con el objetivo de promover el uso y la movilidad en bicicleta. Su implementación se propone, como la opción para erradicar los últimos 500 metros a los destinos finales del ITSSMT – CEGRAC, debido a su pendiente no aceptable en función de su longitud, el cual en el manual de ciclo ciudades en su tomo IV, establece que para longitudes de hasta 500 metros las endientes recomendadas serán del orden del 3 al 6 % (ver tabla No.34).

Tabla No. 34. Pendientes máximas en función de su longitud.

Pendientes máximas	
3-6%	hasta 500 m
6%	hasta 240 m
7%	hasta 120 m
8%	hasta 90 m
9%	hasta 60 m
10%	hasta 30 m
11-20%	hasta 15 m

Fuente: Tomo IV del manual de ciclociudades del ITDP, 2011.

Antes se había establecido que el promedio de la pendiente en los últimos 500 metros era de 5.9%, no podemos perder de vista que existen secciones longitudinales que alcanzan pendientes de hasta el 9%; tan solo de acuerdo a la sugerencia de la tabla anterior para la pendiente máxima aceptada en una longitud de 240 metros será de 6%, nuestro ultimo tramo longitudinal en sus primeros 240 metros dio una pendiente del 7% (ver imagen No. 88).

Imagen No. 88. Sección longitudinal y perfil topográfico de los últimos 500 metros de ruta.



Fuente: Elaboración propia con Google Earth, septiembre 2018

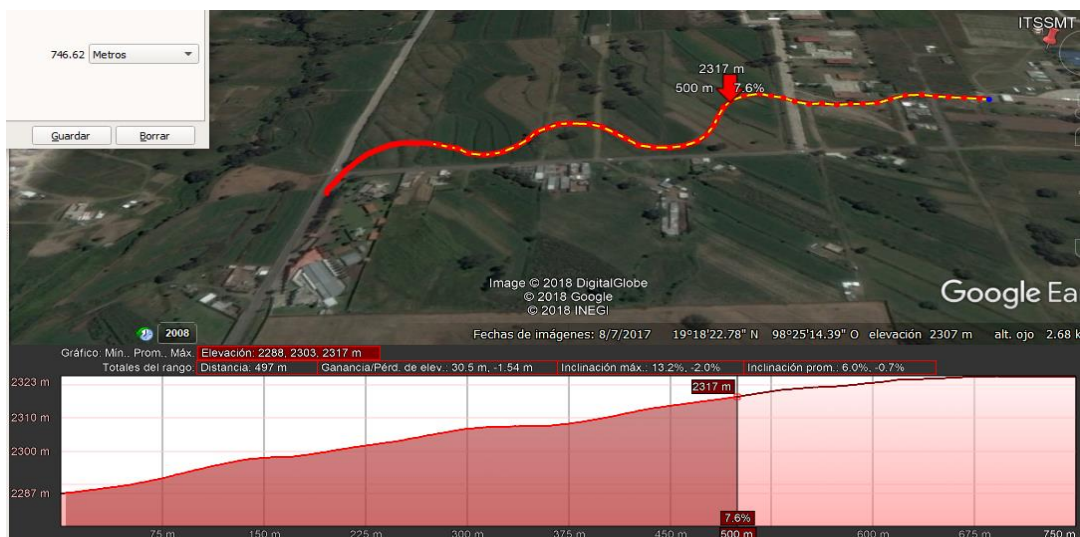
Una propuesta de solución para esta última sección longitudinal crítica, es implementando una intermodalidad con un transporte escolar el cual únicamente haga el transbordo de estudiantes para movilizarlos los últimos 500 metros a su recorrido final, esta estrategia ayudará a no poner un impedimento del uso de la ciclovía ITSSMT – CEGRAC, además de establecer una infraestructura de resguardo de bicicletas, la cual deberá ser segura y administrada por un sistema de vigilancia y préstamo de bicicletas. Estas medidas, promoverá en que la bicicleta tenga una eficiente intermodalidad con el servicio de transporte público y que su infraestructura de resguardo sea una acción de atracción y confianza.

4.4. Solución con un diseño geométrico con curvas circulares horizontales.

Tener una pendiente mayor al 6 %, genera en quien circulan en forma ascendente un cansancio no atractivo y en quienes circulan en forma descendente puede resultar peligroso por la aceleración que esta puede generar. Por esa situación es importante implementar medidas para abatir la circulación en tramos rectos con pendientes considerables. Si el espacio lo permite, se puede realizar un diseño geométrico adecuado, con un trazo horizontal mediante curvas circulares con anchos adecuados, paisaje armónico y libre de la circulación vehicular.

Esta propuesta se plantea para establecer una solución a la última sección longitudinal de 500 metros, en el camino tradicional al ITSSMT – CEGRAC, por lo cual se realiza un esquema para plantear la idea geométrica que se podría utilizar, con la ventaja de existir espacio territorial para adquirir e implementar esta solución a la que se sugiere añadir un paseo ecológico al que se le incluiría un ancho para el desplazamiento peatonal (ver imagen No. 89).

Imagen No. 89. Sección con curvas horizontales para abatir la pendiente crítica.



Fuente: Elaboración propia con Google Earth, septiembre 2018

4.5. Bici-Estacionamientos y préstamo de bicicletas públicas

El estacionamiento para bicicletas juega un papel fundamental en la promoción de este modo de transporte. Aunque hasta ahora los usuarios han resuelto la necesidad de asegurar su bicicleta a través de la utilización de los medios que el entorno les ofrece, en realidad sí es necesario que se proporcionen estacionamientos destinados para las bicicletas. Esto es con el fin de reducir la posibilidad de robo y/o maltrato de los vehículos y para lograr un orden que evite conflictos con los demás usuarios del espacio público.

En la propuesta de ciclovía del ITSSMT – CEGRAC, se sugiere establecer estos espacios en los destinos de llegada principalmente, aunque además podemos establecer un menor espacio en el inicio de la ciclovía y un punto intermedio en la unidad deportiva Bicentenario por razones lógicas de concurrencia del mismo. Se deben establecer espacios seguros, con vigilancia para dar una tranquilidad en el uso de la bicicleta y evitar como un factor negativo implementar sitios que no ofrecen protección eficaz contra posibles robos o actos vandálicos, ya que estos no incentivan el uso de la bicicleta.

Aspectos ideales para que un bici- estacionamiento cuente con facilidades que ofrezcan la atracción y uso de la bicicleta están encaminadas a que sea de libre costo, tengan vigilancia y de preferencia cubierto contra el aire libre (ver imagen No.). Medidas como la vigilancia usualmente requieren de asistencia humana (lo que genera empleos), lo cual puede resolverse con la vigilancia de estudiantes a través de su servicio social, muchas ocasiones el aspecto de vigilancia es preferido, aunque no queden cerca los bici-estacionamientos resulta más importante ese aspecto, que tener un lugar cercano sin vigilancia; el libre costo incentiva el uso de la bicicleta por su beneficio económico; e idealmente todos los estacionamientos

(incluso los que no tienen seguridad y son gratuitos) deben estar protegidos de las inclemencias del tiempo.

Imagen No. 90. Bici-estacionamientos cubiertos contra el aire libre.



Fuente: Sistema Lobo Bici en C. U. de la BUAP, 2017

La implementación de los sistemas de bicicletas públicas se está posicionando como una herramienta eficaz, visible y atractiva para promover el uso de la bicicleta en la ciudad. A nivel internacional ya existen diversos sistemas de préstamo de bicicletas, por lo que es posible que cada ciudad elija el modelo de sistema que sea más adecuado para sus necesidades. Para lograr el éxito del sistema, es indispensable que la implantación esté paralelamente respaldada por un conjunto de políticas de promoción y gestión de la bicicleta como modo de transporte urbano.

Un sistema de bicicletas públicas (SBP) es un servicio público de transporte individual que funciona a partir del alquiler o préstamo gratuito de bicicletas en centros urbanos. En muchas ocasiones es operado por un particular, pero impulsado por los gobiernos locales. A diferencia del alquiler tradicional de

bicicletas, que se orienta como una actividad recreativa, estos sistemas están pensados para la movilidad habitual en las urbes. Se pueden utilizar en trayectos unimodales o como parte de un viaje intermodal, sobre todo en combinación con otros transportes públicos; esto los ha convertido en una excelente oferta para realizar desplazamientos rápidos.

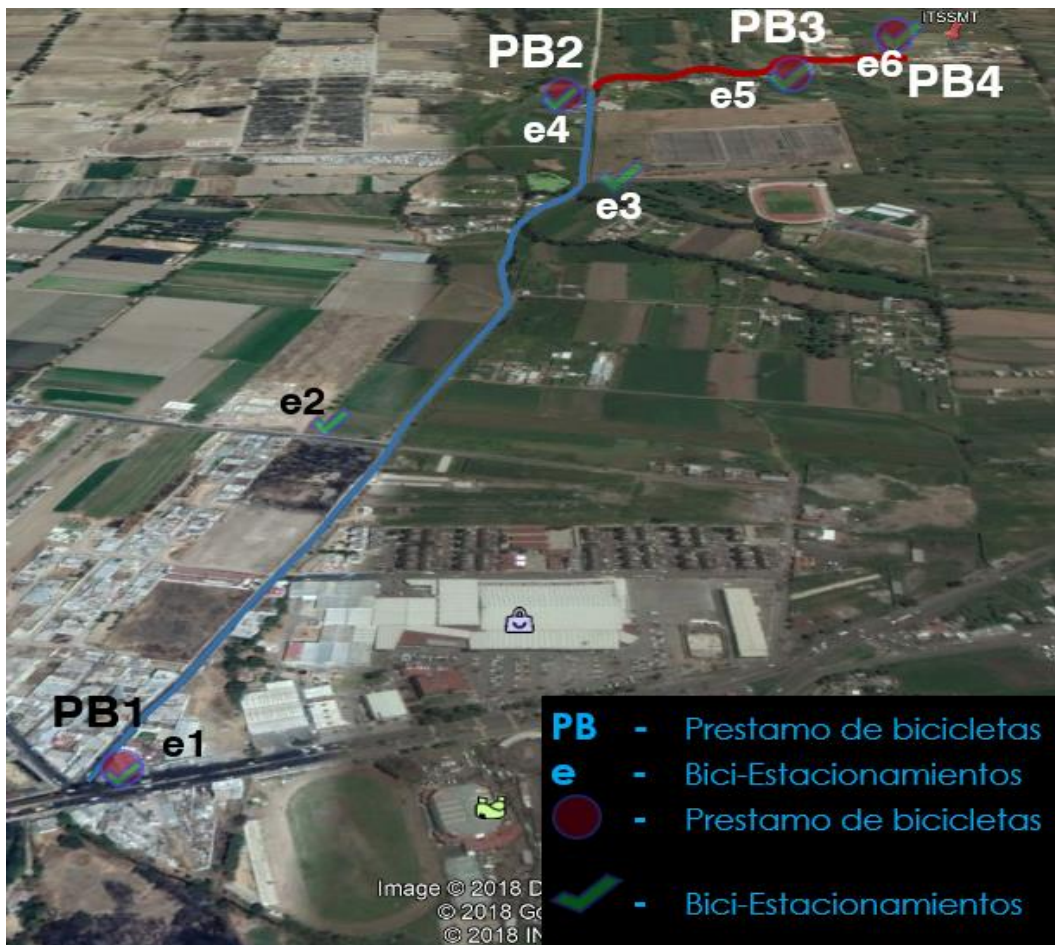
Para implementar en el ITSSMT – CEGRAC, se establecerá por medio de una empresa que ofrezca el servicio y el cual maneje la operación y mantenimiento del sistema. La implementación de este esquema será una prueba piloto de un futuro establecimiento de red en la ciudad de San Martín Texmelucan, pero para la ruta ITSSMT – CEGRAC, ofrecerá de este servicio a usuarios que no cuenten con este transporte. La planeación y diseño del sistema de préstamo de bicicletas públicas con bici-estacionamientos, requieren de la seriedad que se dedica a todos los otros sistemas de transporte. Es por eso que se propone conjuntar las estaciones de estos elementos, como se muestra en la imagen No. 90.

Los bici-estacionamientos junto a los sistema de préstamo de bicicletas públicas se proponen establecerlos al inicio, en algún punto intermedio y al final; Su implementación se puede generar en cualquier ciudad, independientemente de su tamaño, topografía, clima, población y presupuesto lo puede implementar tomando en cuenta las características específicas de cada urbe.

En la imagen No. 90, se establecen estacionamientos al inicio de la intersección semaforizada (e1), cerca de la preparatoria UPAEP (e2), entrada de la unidad deportiva Bicentenario (e3), en el caso de que la ciclovía cuente con intermodalidad de transporte público escolar, se establecería en el final de la ciclovía marcada de color azul (e4), si se estableciera una prolongación de la ciclovía con curvas circulares como lo muestra la ruta en color rojo se establecerían dos bici – estacionamientos, uno en la zona de estacionamiento del CEGRAC (e5), y otro en

la zona de estacionamiento del ITSSMT (e6); con respecto al sistema de préstamo de bicicletas, si se optará por la intermodalidad con el transporte público escolar únicamente se establecerían dos puntos indicados en la ruta azul, al inicio en la intersección (PB1), y al final (PB2), pero en el caso de tomar la opción de agregar la ruta adicional en rojo realizada con curvas circulares, esta tendría tres puntos de préstamo el primero sería el inicio de la intersección(PB1), y los últimos dos ubicados en el CEGRAC (PB3) y en el ITSSMT (PB4).

Imagen No. 91. Ubicación de sistema de préstamo de bicicletas públicas con bici-estacionamientos.



Fuente: Elaboración propia con Google Earth, septiembre 2018

4.6. Impactos en la propuesta de ciclovía

El crear una ciclovía, impulsa cambios que impactan y repercuten en el comportamiento social, tan solo por intervenir en la distribución equitativa de la vialidad, la cual su función debe enfocarse a operar de manera lógica, incluyente y eficiente las acciones de movilidad urbana.

Muchos de los viajes que se realizan en un vehículo automotor privado son menores a 5 Km, realizados con sólo una persona a bordo, atravesando el centro de la ciudad sin estar el origen o destino del viaje en estas áreas. Es por ello que la creación de una ciclovía cuando se ejecuta de manera adecuada llega a tener un beneficio que impacta a favor de los espacios con más gente caminando y usando la bicicleta y, por lo tanto, vialidades más seguras y tranquilas para los usuarios.

Cuando se generan espacios accesibles para el uso de la bicicleta, como lo es la ciclovía, otro impacto generalmente influye en la velocidad máxima ideal de las calles de acuerdo a su tipología. Para vías secundarias (como lo es el boulevard Xicoténcatl) lo ideal es de 40 Km/h, mientras que para vías terciarias (como la calle San Damián) lo ideal es de 30 Km/h; así que una infraestructura ciclista adecuada genera en los conductores, circular a las velocidades óptimas.

Contar con una infraestructura ciclista funcional y viable, incrementa el ciclismo urbano (y otras formas de movilidad por tracción humana) como modo de transporte, la cual puede contribuir a mitigar muchos de los problemas que enfrentan las ciudades como la obesidad, la inseguridad, la contaminación, la disminución de áreas verdes, la congestión vehicular, los accidentes de tránsito, la infraestructura vial ineficiente, la inequidad social y la disminución en la calidad de vida. La bicicleta reúne todas las condiciones para convertirse en una alternativa real a la movilidad urbana.

4.7. Implementación de una propuesta de red ciclista

Para aprovechar adecuadamente, el alcance de la ciclo vía realizada en la propuesta del ITSSMT – CEGRAC, resulta factible una visión más amplia para la interconexión de más destinos en la ciudad de San Martín Texmelucan, a través de una red de movilidad en bicicleta. Para ellos es necesario tener una visión urbana a largo plazo pensando que la ciudad debe integrar criterios para que todas las vialidades lleguen a ser ciclo-incluyentes.

Para complementar la propuesta de ciclo vía ITSSMT - CEGRAC, surge la idea de proyectar una red de movilidad en bicicleta que garantice la conectividad y adecuación a la demanda de ciclistas en un futuro.

La red deberá de crear rutas seguras y directas las cuales deben ser continuas, atractivas y cómodas para que los ciclistas les den un uso adecuado. Un aspecto importante será el de la integración de los modos de transporte, dando alto impacto en la movilidad ciclista, siempre y cuando se ejecuten medidas para pacificar el tránsito con apoyo de la aplicación de la ley.

El criterio que se empleará para la propuesta del trazo de la red, será generar una proyección de rutas directas, realizando trazos sin desvíos y libres de obstáculos porque se puede correr el riesgo que se verá reflejado en una disminución de los flujos en bicicleta. Plantear propuestas complementaría en la ciclo vía ITSSMT – CEGRAC, con un enfoque de trayectos seguros en los diseños viales, porque en la integración usuarios, se encontrarán aquellos con poca experiencia, a los cuales será importante no generar una percepción de inseguridad, porque esta situación provocará inconvenientes para su uso.

Se recomienda formar una red coherente que integre orígenes y destinos, a través de características físicas, rutas sin interrupciones y señalizaciones lógicas y adecuadas. No tiene sentido la generación de recorridos que no tienen continuidad entre ellas, porque estos no serán usados. Un factor de importancia es hacer recorridos atractivos que se integren adecuadamente al entorno y pasen por sitios representativos. Usar diseños viales, mobiliario urbano adecuado y áreas arboladas también reforzará la idea de circular por lugares agradables.

Para determinar un modelo de demanda con una traza vial que da prioridad al uso de la bicicleta, se comienza desde el proceso de trazado de la red, el cual analiza a través de un diagnóstico que permita a los usuarios llegar a sus destinos de manera segura y cómoda; se verifica la demanda del uso de la bicicleta actual y potencial para detectar las zonas prioritarias; se definen redes primarias y secundarias; se definen polígonos de acción para establecer zonas para la implementación de sistemas de bicicletas públicas y de soluciones a puntos conflictivos de la red de movilidad en bicicleta.

Implementar ciclovías se puede empezar con vías en el centro de la ciudad, que puedan crecer en número a lo largo del tiempo, para ir agregando tramos poco a poco, de forma que se mantenga una red coherente. La ventaja en comenzar así, es la visibilidad de la infraestructura, por encontrarse en áreas centrales que pasan por lugares emblemáticos y concurridos que hacen de la bicicleta una opción de movilidad en la ciudad.

Otra opción para comenzar a implementar la infraestructura ciclista, es seleccionar colonias o zonas con alto uso de la bicicleta y, por lo tanto, que puedan tener una alta probabilidad de ser eficaces. El primer proyecto puede ser en el corredor que haya la mayor cantidad de ciclistas actuales, para que sea exitoso y a partir de ahí avanzar complementando la red.

CONCLUSIONES.

La investigación realizada determina que, al analizar los parámetros establecidos en los estudios de tránsito y transporte, resulta viable proponer una alternativa adicional al actual funcionamiento vial y sus diversos modos de transportes convencionales. La propuesta en la cual se establece la ejecución de una infraestructura para el uso de la bicicleta como modo de transporte generará que se mitiguen problemas de tránsito, ambientales y de salud que provoca la actual estructura vial que únicamente favorecen al vehículo automotor olvidándose de los grupos más vulnerables de la pirámide de movilidad urbana.

Con el uso de la bicicleta en la zona norte del municipio de San Martín Texmelucan, además de mejorar la movilidad urbana apoyarían a quien usara este modo de transporte para fines de estudio o trabajo (preparatoria UPAEP, CEGRAC, ITSSMT y futuramente cuando se establezca el campus de la BUAP), además de beneficiar su uso deportivo para los que acuden a la unidad deportiva Bicentenario. Entre sus principales beneficios se reflejaría en el aporte de una mejora calidad de vida, impulso de actividad física, de alternativas de una movilidad sustentable y de aumento en gastos de traslado; promoviendo de esa manera una ciudad sostenible, armónica, y competitiva.

Lo anterior demuestra que la solución debe estar orientado en la propuesta de un programa de promover el acceso a la universidad en bicicleta, implementando una ciclovía segura, con áreas de estacionamiento de bicicletas, con centros de préstamos gratuitos, trazada a nivel, con un diseño geométrico adecuado, interconectada en otros puntos atractores.

Sin embargo, no se debe hacer a un lado el fuerte reto hacia el impulso de la movilidad urbana en el contexto de la ciudad, por lo cual, tener el diagnóstico general e histórico de la movilidad en las ciudades mexicanas con sus problemas, retos y alternativas de beneficios, notamos los factores específicos que tienen las

ciudades y que limitan e impiden el avance competitivo que el uso de la bicicleta en condiciones adecuados, genera cuando la usamos como modo de transporte.

Resulta importante conocer el desarrollo de la movilidad urbana en la ciudad de San Martín Texmelucan, entender su desarrollo histórico y comportamiento social de acuerdo a su ubicación geográfica y social. Estos aspectos definen la situación actual y de influencia en el municipio y su región, de acuerdo a su vinculo comercial y ubicación estratégica entre las ciudades de México, Puebla y Tlaxcala.

El implementar un proyecto con estrategias dirigidas hacia la movilidad urbana, tendrá que estar enfocadas hacia un destino específico, que promueva la eficiencia de los traslados del sector que lo usa, al señalar la importancia de la implementación de la propuesta de ciclovia dirigida principalmente a los estudiantes del ITSSMT – CEGRAC, generó que se estudiará y analizará la proyección del crecimiento de la matrícula escolar, en su actual ubicación dentro del municipio y así pudo indicar que existe una importante población estudiantil beneficiada para el desarrollo de sostenibilidad urbana.

Sin embargo, al conocer a través del levantamiento de espacio geométrico actual, se pudieron conocer a detalle sus características y factores que intervienen en la movilidad urbana del ITSSMT y del CEGRAC, con esta premisa se ubicó el entorno que participa en ella como sus usos de suelo y orografía principalmente, la cual sirvió de apoyo en la orientar de la visión estratégica que se emplearía.

Una dificultad que se obtuvo durante la investigación, correspondió al diagnóstico del entorno de proyectos existentes en el H. Ayuntamiento de San Martín Texmelucan, la cual dio de manifiesto su poco interés y avance en temas relacionados con movilidad urbana, se comprobó que no existen proyectos de mejora, planes de desarrollo urbanos, ni reglamentación de las políticas públicas del municipio de parte del área correspondiente.

La parte medular de la investigación se estableció al obtener información de indicadores de movilidad entre los usuarios, quienes establecieron su opinión de preferencias reveladas en las entrevistas de origen destino (EOD), cuyos datos comprueban la hipótesis planteada para conocer si estarían dispuestos a utilizar otro modo de transporte como la bicicleta. De los demás estudios del transporte, sirvieron para conocer la demanda de viajes generados y atraídos en las zonas educativas del ITSSMT–CEGRAC y así poder desarrollar estrategias integrales, conforme del volumen de usuarios que utilizan el transporte público.

Fue importante el estudio de tránsito, para saber el funcionamiento de la intersección que direcciona y distribuye los movimientos vehiculares con el entorno peatonal ya que a través de esta información se analizó la movilidad en esta zona de influencia de estudiantes. Con información de los aforos vehiculares y los demás estudios se pudo determinar el nivel de servicio de la intersección que incluye la calle en la que diariamente se realizan viajes con dirección al ITSSMT–CEGRAC.

Al proponer las posibles soluciones, se comprobó que existen más beneficios entre la comunidad estudiantil, al tener un espacio geométrico bien distribuido, seguro y considerando los parámetros de diseño adecuado. Esto comprueba que la propuesta de ciclovía, fomentará la viabilidad en la movilidad de los estudiantes del ITSSMT - CEGRAC.

El hacer mayor atractiva la función de la ciclovía ITSSMT–CEGRAC y la utilización de la bicicleta se generará al ejecutar las acciones que establezcan soluciones a la seguridad y uso de la bicicleta, es por ello que los estacionamientos y el préstamo de esta, hará de su uso un modo de transporte competitivo.

Finalmente, todas las acciones establecerán, un alto impacto del uso de la ciclovía y al proponer en la planeación, una red ciclista permitirá mayor eficiencia entre la conectividad de la misma y así hacer más eficiente la movilidad urbana en bicicleta en el municipio.

RECOMENDACIONES.

Considerando la importancia que tienen los temas de movilidad urbana en bicicleta y en función de los resultados obtenidos se formulan algunas sugerencias tanto para el H. Ayuntamiento de San Martín Texmelucan, ITSSMT – CEGRAC, proyectistas especializados y usuarios del servicio, esto con la finalidad de lograr, realizar, dar seguimiento y buen uso, de una eficiente infraestructura ciclista en una zona de desarrollo urbano, con una proyección futura de un considerable número de estudiantes que se verán beneficiados tanto física, económicamente y sustentablemente; para ello se hacen llegar las siguientes recomendaciones:

1. Al gobierno federal, se le recomienda en su presupuesto anual, promover la movilidad urbana sustentable, reorientar el gasto público de infraestructura vial hacia proyectos de transporte público y movilidad no motorizada, además de crear programas y políticas que logren este fin.
2. Al gobierno municipal, incluir una vertiente de movilidad, conectividad y seguridad vial, apegándose dentro del programa de infraestructura y manual de la SEDATU, para así abonar al mejoramiento de intersecciones seguras, estaciones de transporte público, infraestructura ciclista y peatonal.
3. A los gobiernos federal, estatal y municipal, incluir una evaluación socioeconómica más integral en los proyectos de movilidad urbana, con la finalidad de considerar las externalidades negativas de proyectos viales.
4. Al gobierno municipal, apostar por la creación de una red ciclista en la ciudad de San Martín Texmelucan, que conecte destinos de trabajo, estudio y espacios públicos de concurrencia, con la finalidad de hacer más eficiente el uso de la bicicleta como modo de transporte.
5. A los alcaldes del municipio de San Martín Texmelucan, apostar por crear áreas de gobierno enfocados al tránsito y transporte con encargados de perfiles afines al desarrollo urbano.

6. A las autoridades correspondientes de los tres órganos de gobierno, incentivar entre sus trabajadores el uso de transportes no motorizados, para después promover con el ejemplo el uso del mismo entre la sociedad.
7. Al gobierno municipal, crear un soporte normativo para la actualización y creación de leyes, normas, reglamentos y planes; ya que lo existente privilegia única y exclusivamente al transporte motorizado.
8. Al gobierno municipal, además de crear infraestructura ciclista, se requiere un fuerte impulso para su fomento y promoción de uso, dirigido hacia toda la población de la ciudad de san Martín Texmelucan.
9. A las instituciones educativas participantes en la propuesta de ciclovía del ITSSMT-CEGRAC, gestionar y apostar a la movilidad urbana en bicicleta, para así implementar una mejor sociedad con buena salud, que respeta al sector más vulnerable de la pirámide de movilidad y valora el medio ambiente.
10. A los usuarios, entender que existe una prioridad para aquellos que utilizan medios alternativos como los usuarios de la bicicleta y los peatones.
11. A los usuarios, respetar la infraestructura que se establezca, así como las normas del uso de la bicicleta, para fomentar una armonía e impulsar la seguridad y éxito del proyecto.
12. A los investigadores, especialistas y proyectistas, analizar el funcionamiento de lo establecido, para actualizar la información y triangular la información existente e impulsar la alternativa de propuesta de ciclovía ITSSMT-CEGRAC en una zona que se demostró que, con condiciones adecuadas y apoyos de su uso, tiene una aceptación entre los usuarios.
13. A las organizaciones no gubernamentales que promueven el uso de la bicicleta, se recomienda un acercamiento principalmente a los estudiantes universitarios, para realizar campañas dirigidas al impulso del uso de la bicicleta, porque sin duda la población estudiantil son pieza fundamental para incrementar su uso.

REFERENCIAS.

- Alcántara Vasconcellos, E. (2010). *Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad*. Bogotá, Colombia: CAF.
- Carreón García, A., Martínez Monterrubio, A., & Treviño Theesz, X. (2011). *Manual del Ciclista Urbano de la Ciudad de México*. México: Secretaría del Medio Ambiente.
- Ciclociudades. (2011). *Infraestructura* (Vol. Tomo IV). Ciudad de México: Ciclociudades.
- Ciclociudades. (2011). *Intermodalidad* (Vol. Tomo V). Ciudad de México: Ciclociudades.
- Ciclociudades. (2011). *La movilidad en bicicleta como política pública* (Vol. Tomo I). Ciudad de México: Ciclociudades.
- Ciclociudades. (2011). *Programa de movilidad en bicicleta* (Vol. Tomo II). Ciudad de México: Ciclociudades.
- Ciclociudades. (2011). *Red de movilidad en bicicleta* (Vol. Tomo III). Ciudad de México: Ciclociudades.
- Colotla Espino, E. C. (2012). Estudios de ingeniería de tránsito para evaluar la calidad del servicio del sistema de transporte PUMABÚS ruta 8 en ciudad universitaria. (*Tesis de licenciatura*). UNAM, México.
- CROW. (2011). *Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (versión en español)*. Ámsterdam: CROW. Obtenido de [http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20\[CROW\].pdf](http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20[CROW].pdf)
- González, M. (2007). *Ideas y buenas prácticas para la movilidad sostenible*. Madrid: Ecologistas en Acción.

- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Martín Texmelucan, Puebla*. Puebla: INEGI.
- INEGI. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017*. Puebla, Pue.: INEGI.
- Islas Rivera, V. M., Rivera, T. C., & Torres Vargas, G. (2012). *Estudio de la demanda del transporte*. Sanfandila, Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.
- ITDP. (2012). *Transformando la movilidad urbana en México*. México: ITDP.
- Medina Ramírez, S. (2012). *La importancia de reducción del uso del automóvil en México. Tendencias de motorización, del uso del automóvil y de sus impactos*. México: ITDP.
- Quintero González, J. R. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. *Ambiente y Desarrollo*, 57-72. doi:10.11144/Javeriana.ayd21-40.citm
- Rico Rodríguez , A., De Buen Richkarday, O., & Nava Uriza, M. (1991). *Guía metodológica para el estudio de sistemas regionales de transporte*. Sanfandila, Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.
- SEDATU. (2018). *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*. México: SEDATU.
- SEDESOL. (1994). *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*. México: SEDESOL.
- Vélez Pliego, F. M. (2012). La movilidad urbana en la ciudad de Puebla, sus retos y perspectivas. *Sociedad, Ciudad y Territorio*, 74-79.