

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE QUÍMICA

TESIS

**ÁREAS VERDES, ATMÓSFERA URBANA Y CALIDAD DE VIDA. UNA
PROPUESTA METODOLÓGICA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA

M. en ESRM JULIO CESAR HERNÁNDEZ ROMERO

TUTOR ACADÉMICO

DR. JESÚS GASTÓN GUTIÉRREZ CEDILLO

DR. JOSÉ ISABEL JUAN PÉREZ

DR. ROBERTO FRANCO PLATA



TOLUCA, MÉXICO.

NOVIEMBRE 2020

Contenido

| | |
|--|----|
| <u>RESUMEN</u> | 1 |
| <u>ABSTRACT</u> | 3 |
| <u>INTRODUCCIÓN</u> | 5 |
| <u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u> | 11 |
| <u>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</u> | 13 |
| <u>HIPÓTESIS</u> | 14 |
| <u>JUSTIFICACIÓN</u> | 15 |
| <u>OBJETIVOS</u> | 19 |
| <u>Objetivo general</u> | 19 |
| <u>Objetivos específicos</u> | 19 |
| <u>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO</u> | 23 |
| <u>1.1 Las ciencias ambientales: un enfoque interdisciplinario</u> | 24 |
| <u>1.2. Teoría de Sistemas Complejos e integración interdisciplinaria</u> | 27 |
| <u>1.3. Geografía ambiental y la sustentabilidad en áreas conurbadas</u> | 31 |
| <u>1.4. Calidad de vida y calidad de vida urbana</u> | 35 |
| <u>1.5. El bienestar social y la justicia ambiental en áreas metropolitanas: La marginación</u> | 39 |
| <u>1.5.1. La Justicia Ambiental</u> | 42 |
| <u>1.5.2. La Marginación</u> | 44 |
| <u>1.6 Modelos de evolución de las ciudades</u> | 52 |
| <u>1.6.1. Modelo Inductivo descriptivo</u> | 53 |
| <u>1.6.2. Modelos Deductivos</u> | 53 |
| <u>1.6.3. Modelos Evolutivos Urbanos</u> | 55 |
| <u>1.7 Áreas verdes urbanas para la convivencia y participación social</u> | 75 |
| <u>1.8 Calidad del aire en las ciudades, problemática global y alternativas para mitigar repercusiones.</u> | 76 |
| <u>1.9 Relaciones entre Indicadores de Calidad de Vida en las Ciudades</u> | 88 |
| <u>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA</u> | 94 |
| <u>2.1 Fase Metodológica 1. Construcción del marco teórico sobre la calidad de vida y bienestar de la población en relación con el manejo sustentable de las áreas verdes y la calidad del aire.</u> | 95 |
| <u>2.1.1. Identificación de conceptos, categorías en materia</u> | 95 |
| <u>2.1.2. Revisión de conceptos con base en diversos autores</u> | 95 |
| <u>2.1.3. Descripción de las categorías, conceptos ad hoc al tema</u> | 96 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2.1.4. | <u>Discusión de categorías y toma de postura en cada una</u> | 97 |
| 2.1.5. | <u>Identificación de programas y estudios de caso en ciudades sustentables y calidad ambiental en el mundo</u> | 97 |
| 2.2. | <u>Fase Metodológica 2. Delimitación y caracterización geográfica del área de estudio con base en el análisis cartográfico y sig.</u> | 99 |
| 2.2.1. | <u>Aspectos Físico-bióticos</u> | 99 |
| 2.2.2. | <u>Características Sociales</u> | 99 |
| 2.3. | <u>Fase Metodológica 3. Diagnóstico sobre las áreas verdes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) de la distribución de parques, jardines y camellones urbanos en la Ciudad.</u> | 101 |
| 2.3.1. | <u>Análisis espacial de la distribución de las áreas verdes en la zona urbana.</u> 101 | |
| 2.3.2. | <u>Análisis estadístico de la distribución de las áreas verdes en la zona urbana.</u> | 101 |
| 2.4. | <u>Fase Metodológica 4. Diagnóstico sobre la calidad del aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET) de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana</u> | 104 |
| 2.4.1. | <u>Análisis estadístico de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.</u> | 104 |
| 2.4.2. | <u>Análisis temporal de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.</u> | 104 |
| 2.4.3. | <u>Análisis espacial de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.</u> | 105 |
| 2.5. | <u>Fase Metodológica 5. Diagnóstico sobre el grado de marginación en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico del grado de marginación de las localidades.</u> | 107 |
| 2.6. | <u>Fase Metodológica 6. Evaluación de la correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la Ciudad, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades de la ZMCT.</u> | 109 |
| 2.7. | <u>Fase Metodológica 7. Diagnóstico Ambiental Integral a partir de las condiciones ambientales de la ZMCT; mediante el Análisis FODA</u> | 112 |
| 2.8. | <u>Fase Metodológica 8. Elaboración de la Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire urbana; mediante el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico (EML)</u> | 114 |
| 2.8.1. | <u>Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico.</u> | 115 |
| 2.9. | <u>Fase Metodológica 9. Elaboración de una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas.</u> | 118 |

| | |
|---|-----|
| <u>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> | 120 |
| <u>3.1. Caracterización Geográfica y Ambiental de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca</u> | 122 |
| <u>3.1.1 Aspectos Físico-bióticos</u> | 125 |
| <u>3.1.2 Características Sociales</u> | 136 |
| <u>3.2 Diagnóstico sobre las áreas verdes en la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) de la distribución de parques, jardines y camellones urbanos en la Ciudad.</u> | 139 |
| <u>3.2.1. Análisis de vecinos cercanos sobre la distribución de las áreas verdes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca</u> | 156 |
| <u>3.3 Diagnóstico sobre la calidad del aire en la Ciudad de Toluca, basado en el AEET de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana</u> | 161 |
| <u>3.3.1 Monóxido de carbono</u> | 161 |
| <u>3.3.2 Dióxido de nitrógeno</u> | 167 |
| <u>3.3.3 Ozono</u> | 173 |
| <u>3.3.4 Partículas Menores a 10 micras</u> | 179 |
| <u>3.3.5 Partículas Menores a 2.5 Micras</u> | 185 |
| <u>3.4 Diagnóstico sobre el grado de marginación en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico del grado de marginación de las localidades.</u> | 191 |
| <u>3.4.1 Marginación en el Municipio de Toluca dentro de la ZMCT.</u> | 193 |
| <u>3.4.2 Marginación en el Municipio de Metepec dentro de la ZMCT</u> | 196 |
| <u>3.4.3 Marginación en el Municipio de San Mateo Atenco dentro de la ZMCT</u> ... | 198 |
| <u>3.4.4 Marginación en el Municipio de Zinacantepec dentro de la ZMCT</u> | 200 |
| <u>3.5 Diagnóstico Ambiental Integral basado en la correlación espacial, entre la calidad del aire, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades de la ZMCT, basada en la superposición de mapas.</u> | 204 |
| <u>3.5.1 Correlación espacial entre la distribución de las áreas verdes y la distribución del grado de marginación en la ZMCT.</u> | 204 |
| <u>3.5.2 Correlación espacial entre la distribución de las áreas verdes y la distribución de los contaminantes atmosféricos.</u> | 204 |
| <u>3.5.3. Correlación espacial entre la distribución del grado de marginación y la distribución de los contaminantes atmosféricos</u> | 223 |
| <u>3.6 Diagnóstico Ambiental Integral basado en el Análisis FODA sobre las áreas verdes, los contaminantes atmosféricos y el grado de marginación en la ZMCT</u> | 244 |
| <u>3.6.1 Análisis FODA</u> | 244 |
| <u>3.7 Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire, desde el enfoque de la Justicia Ambiental. Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico</u> | 249 |
| <u>3.7.1 Árbol de problemas</u> | 250 |

| | |
|--|-----|
| <u>3.7.2</u> <u>Análisis de alternativas</u> | 251 |
| <u>3.7.3</u> <u>Evaluación cualitativa y cuantitativa de las alternativas</u> | 252 |
| <u>3.8</u> <u>Propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas.</u> | 256 |
| <u>3.8.1</u> <u>Fundamentos Teóricos del Modelo</u> | 257 |
| <u>3.8.2.</u> <u>Fundamentos Metodológicos del Modelo</u> | 268 |
| <u>3.9</u> <u>Discusión General:</u> | 280 |
| <u>CONCLUSIONES</u> | 294 |
| <u>RECOMENDACIONES</u> | 298 |
| <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 300 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Conceptos para integrar un sistema complejo..... | 30 |
| Tabla 2. Valores normados para los contaminantes del aire en México | 81 |
| Tabla 3. Correspondencia entre concentración de contaminante y valores IMECA | 82 |
| Tabla 4. Efectos sobre la salud y medidas preventivas de diferentes valores del IMECA | 82 |
| Tabla 5. Descriptores del índice metropolitano de la calidad del aire | 84 |
| Tabla 6. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire, en conversión con microgramos y partes por millón. | 87 |
| Tabla 7. Índice Metropolitano de la calidad del aire (IMECA) | 88 |
| Tabla 8. Variables a analizar para el Análisis Espacial, Estadístico y Temporal de las Áreas Verdes. | 102 |
| Tabla 9. Variables a analizar para el Análisis Espacial, Estadístico y Temporal de los Contaminantes Atmosféricos. | 105 |
| Tabla 10. Variables a analizar para el Análisis Espacial, Estadístico y Temporal del grado de marginación de las localidades. | 107 |
| Tabla 11. Variables a analizar para la correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la ZMCT, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades | 110 |
| Tabla 12. Características generales de los municipios que conforman la Zona Metropolitana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 124 |
| Tabla 13. Usos de suelo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca. | 134 |
| Tabla 14. Crecimiento de la población de 2000 a 2010 y proyección al 2017 | 137 |
| Tabla 15. Densidad de población en la ZMCT | 138 |
| Tabla 16. Áreas verdes en la ZMCT | 140 |
| Tabla 17. Número de áreas verdes por categoría en la ZMCT..... | 147 |
| Tabla 18. Superficie de áreas verdes por categoría en la ZMCT (m2) | 148 |
| Tabla 19. Número de áreas verdes en la ZMCT, agrupadas por su tamaño (m2) | 150 |
| Tabla 20. Número de áreas verdes por municipio en la ZMCT. | 151 |
| Tabla 21. Número de áreas verdes por tipo de administración en la ZMCT. | 152 |
| Tabla 22. Superficie de parques urbanos por tipo de administración | 152 |
| Tabla 23. Superficie de Senda por tipo de administración | 153 |
| Tabla 24. Porcentaje de superficie de área verde por municipio de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca | 154 |
| Tabla 25. Municipios en la ZMCT y habitantes de cada municipio | 155 |
| Tabla 26. Grado de marginación de las localidades del municipio de Toluca incluidas en la ZMCT | 194 |
| Tabla 27. Grado de marginación de las localidades del municipio de Metepec incluidas en la ZMCT..... | 196 |
| Tabla 28. Grado de marginación de las localidades del municipio de San Mateo Atenco incluidas en la ZMCT | 198 |
| Tabla 29. Grado de marginación de las localidades del municipio de Zinacantepec incluidas en la ZMCT | 200 |
| Tabla 30. Porcentaje de áreas verdes en la ZMCT correlacionadas con las estaciones de monitoreo atmosférico. | 206 |
| Tabla 31. Matriz FODA para las áreas verdes en la ZMCT | 244 |
| Tabla 32. Matriz FODA para los contaminantes atmosféricos en la ZMCT | 244 |
| Tabla 33. Matriz FODA para el índice de marginación en la ZMCT..... | 245 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 34. Matriz de estrategias FODA para las áreas verdes | 246 |
| Tabla 35. Matriz de estrategias FODA para los contaminantes..... | 247 |
| Tabla 36. Matriz de estrategias FODA para el grado de marginación | 247 |
| Tabla 37. Evaluación cualitativa de las alternativas | 252 |
| Tabla 38. Evaluación cuantitativa por criterios de viabilidad de las alternativas | 253 |
| Tabla 39. Premisas teóricas y etapas metodológicas aplicadas al estudio de la calidad de vida urbana empleando como indicadores las áreas verdes, la calidad del aire y el grado de marginación | 256 |

INDICE DE GRÁFICAS

| | |
|--|-----|
| Gráfica 1. Movimiento del ozono (O ₃) en el mes de febrero de 2017 valores IMECA Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 86 |
| Gráfica 2. Climograma, con base en la | 131 |
| Gráfica 3. Rosa anual de vientos en la ZMCT | 132 |
| Gráfica 4. Número de áreas verdes por categoría en la ZMCT | 148 |
| Gráfica 5. Superficie de áreas verdes por categoría en la ZMCT (m ²) | 149 |
| Gráfica 6. Número de áreas verdes en la ZMCT, agrupadas por su tamaño (m ²) | 150 |
| Gráfica 7. Número de áreas verdes por municipio en la ZMCT..... | 151 |
| Gráfica 8. Número de áreas verdes por tipo de administración en la ZMCT. | 152 |
| Gráfica 9. Superficie de parque urbano por tipo de administración en la ZMCT | 153 |
| Gráfica 10. Superficie de Senda por tipo de administración en la ZMCT..... | 153 |
| Gráfica 11. Superficie de área verde por municipio en la ZMCT | 155 |
| Gráfica 12. Concentración de Monóxido de carbono en la ZMCT 2011 a 2017 (Promedio anual ppm)..... | 161 |
| Gráfica 13. Concentración de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm) | 162 |
| Gráfica 14. Concentración de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm) | 162 |
| Gráfica 15. Concentración de Monóxido de carbono en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)..... | 163 |
| Gráfica 16. Concentración de dióxido de nitrógeno en la ZMCT 2011 a 2017 (Promedio anual ppm)..... | 167 |
| Gráfica 17. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm) | 168 |
| Gráfica 18. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm) | 168 |
| Gráfica 19. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)..... | 169 |
| Gráfica 20. Concentración de Ozono (O ₃) en la ZMCT 2011 a 2017..... | 173 |
| Gráfica 21. Concentración del Ozono (O ₃) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm)..... | 174 |
| Gráfica 22. Concentración de Ozono (O ₃) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm)..... | 174 |
| Gráfica 23. Concentración de Ozono (O ₃) en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)..... | 175 |

| | |
|---|-----|
| Gráfica 24. Concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM ₁₀) en la ZMCT 2011 a 2017 (Promedio anual ppm)..... | 179 |
| Gráfica 25. Concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM ₁₀) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm) | 180 |
| Gráfica 26. Concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM ₁₀) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm) | 180 |
| Gráfica 27. Concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM ₁₀) en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)..... | 181 |
| Gráfica 28. Concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM _{2.5}) en la ZMCT 2011 a 2017 (Promedio anual ppm)..... | 185 |
| Gráfica 29. Concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM _{2.5}) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm) | 186 |
| Gráfica 30. Concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM _{2.5}) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm) | 186 |
| Gráfica 31. Concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM _{2.5}) en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)..... | 187 |
| Gráfica 32. Grado de Marginación del total de localidades incluidas en la ZMCT | 192 |
| Gráfica 33. Grado de marginación total de los habitantes en la ZMCT | 193 |
| Gráfica 34. Grado de marginación de las localidades del municipio de Toluca incluidas en la ZMCT..... | 195 |
| Gráfica 35. Grado de marginación de los habitantes del municipio de Toluca incluidos en la ZMCT..... | 195 |
| Gráfica 36. Grado de marginación de las localidades del municipio de Metepec incluidas en la ZMCT..... | 196 |
| Gráfica 37. Grado de marginación de los habitantes del municipio de Metepec incluidos en la ZMCT..... | 197 |
| Gráfica 38. Grado de marginación de las localidades del municipio de San Mateo Atenco incluidas en la ZMCT | 198 |
| Gráfica 39. Grado de marginación de los habitantes del municipio de San Mateo Atenco incluidos en la ZMCT | 199 |
| Gráfica 40. Grado de marginación de las localidades del municipio de Zinacantepec incluidas en la ZMCT | 201 |
| Gráfica 41. Grado de marginación de los habitantes del municipio de Zinacantepec incluidos en la ZMCT | 201 |
| Gráfica 42. Número de áreas verdes por división dentro de la ZMCT..... | 206 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 122 |
| Figura 2. Tipos de climas que predominan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca en el contexto del Valle de Toluca..... | 129 |
| Figura 3. Tipos de climas que predominan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 130 |
| Figura 4. Dinámica de vientos predominantes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 133 |
| Figura 5. Usos del suelo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 135 |
| Figura 6. Distribución espacial de las Áreas Verdes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 147 |
| Figura 7. Análisis de vecinos cercanos sobre la distribución de las áreas verdes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 156 |
| Figura 8. Promedio de vecinos más cercanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca..... | 157 |
| Figura 9. Mapa de la distribución espacial de monóxido de carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011..... | 164 |
| Figura 10. Mapa de la distribución espacial de Monóxido de Carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017..... | 164 |
| Figura 11. Mapa de la distribución espacial de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de verano 2011..... | 165 |
| Figura 12. Mapa de la distribución espacial de Monóxido de Carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de verano 2017..... | 166 |
| Figura 13. Mapa de la distribución espacial de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011..... | 169 |
| Figura 14. Mapa de la distribución espacial de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017..... | 170 |
| Figura 15. Mapa de la distribución espacial de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) en la ZMCT, en la estación de verano 201..... | 171 |
| Figura 16. Mapa de la distribución espacial de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) en la ZMCT, en la estación de verano 2017..... | 171 |
| Figura 17. Mapa de la distribución espacial de Ozono (O ₃) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011..... | 176 |
| Figura 18. Mapa de la distribución espacial de Ozono (O ₃) en la ZMCT, en la estación de invierno 201..... | 176 |
| Figura 19. Mapa de la distribución espacial de Ozono (O ₃) en la ZMCT, en la estación de verano 2011..... | 177 |
| Figura 20. Mapa de la distribución espacial de Ozono (O ₃) en la ZMCT, en la estación de verano 2017..... | 177 |
| Figura 21. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM ₁₀) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011..... | 182 |
| Figura 22. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM ₁₀) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011..... | 182 |
| Figura 23. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM ₁₀) en la ZMCT, en la estación de verano 2011..... | 183 |

| | |
|--|-----|
| Figura 24. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM10) en la ZMCT, en la estación de verano 2017..... | 183 |
| Figura 25. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM2.5) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011..... | 188 |
| Figura 26. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM2.5) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017..... | 188 |
| Figura 27. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM2.5) en la ZMCT, en la estación de verano 2011..... | 189 |
| Figura 28. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM2.5) en la ZMCT, en la estación de verano 2017..... | 190 |
| Figura 29. Grado de Marginación de la ZMCT en 2010. | 192 |
| Figura 30. Relación entre las áreas verdes y el grado de marginación en la ZMCT..... | 205 |
| Figura 31. División de las áreas verdes por zona, correlacionadas con las estaciones de monitoreo de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). | 205 |
| Figura 32. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en invierno de 2011 en la ZMCT..... | 207 |
| Figura 33. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en invierno de 2017 en la ZMCT..... | 208 |
| Figura 34. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en verano de 2011 en la ZMCT..... | 208 |
| Figura 35. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en verano de 2017 en la ZMCT..... | 209 |
| Figura 36. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2011 en la ZMCT..... | 210 |
| Figura 37. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2017 en la ZMCT..... | 211 |
| Figura 38. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en verano de 2011 en la ZMCT..... | 212 |
| Figura 39. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en verano de 2017 en la ZMCT..... | 212 |
| Figura 40. Relación entre las áreas verdes y el ozono en invierno de 2011 en la ZMCT. | 213 |
| Figura 41. Relación entre las áreas verdes y el ozono en invierno de 2017 en la ZMCT. | 214 |
| Figura 42. Relación entre las áreas verdes y el ozono en verano de 2011 en la ZMCT. | 215 |
| Figura 43. Relación entre las áreas verdes y el ozono en verano de 2017 en la ZMCT. | 216 |
| Figura 44. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011 en la ZMCT..... | 216 |
| Figura 45. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2017 en la ZMCT..... | 217 |
| Figura 46. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en verano de 2011 en la ZMCT..... | 218 |
| Figura 47. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en verano de 2017 en la ZMCT..... | 219 |
| Figura 48. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2011 en la ZMCT..... | 220 |

| | |
|--|-----|
| Figura 49. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2017 en la ZMCT..... | 221 |
| Figura 50. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011 en la ZMCT. | 221 |
| Figura 51. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2017 en la ZMCT. | 223 |
| Figura 52. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en invierno de 2011 en la ZMCT. | 224 |
| Figura 53. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en invierno de 2017 en la ZMCT. | 225 |
| Figura 54. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en verano de 2011 en la ZMCT. | 226 |
| Figura 55. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en verano de 2017 en la ZMCT. | 227 |
| Figura 56. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2011 en la ZMCT. | 228 |
| Figura 57. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2011 en la ZMCT. | 229 |
| Figura 58. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en verano de 2011 en la ZMCT. | 230 |
| Figura 59. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en verano de 2017 en la ZMCT. | 231 |
| Figura 60. Relación entre el grado de marginación y el ozono en invierno de 2011 en la ZMCT. | 232 |
| Figura 61. Relación entre el grado de marginación y el ozono en invierno de 2017 en la ZMCT. | 233 |
| Figura 62. Relación entre el grado de marginación y el ozono en verano de 2011 en la ZMCT. | 234 |
| Figura 63. Relación entre el grado de marginación y el ozono en verano de 2017 en la ZMCT. | 235 |
| Figura 64. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011 en la ZMCT. | 236 |
| Figura 65. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2017 en la ZMCT. | 237 |
| Figura 66. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en verano de 2011 en la ZMCT. | 238 |
| Figura 67. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en verano de 2017 en la ZMCT. | 239 |
| Figura 68. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2011 en la ZMCT. | 240 |
| Figura 69. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2017 en la ZMCT. | 241 |
| Figura 70. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011 en la ZMCT. | 242 |
| Figura 71. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2017 en la ZMCT. | 243 |
| Figura 72. Árbol de problemas ambientales. | 251 |

| | |
|---|-----|
| Figura 73. Diagrama de alternativas. | 252 |
| Figura 74. Mapa de propuesta de cinturón de áreas verdes en la ZMCT. | 255 |

RESUMEN

El objetivo general del estudio fue elaborar una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca (ZMCT), relacionada con las áreas verdes existentes, el grado de marginación de las localidades y la calidad del aire en la ZMCT. En el presente proyecto de investigación se aplicaron procesos relacionados con el estudio del espacio físico y ambiental en el contexto de la Zona Metropolitana, con base en datos obtenidos de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca. Lo que permitió inferir correlaciones entre las áreas verdes existentes, la calidad del aire comprendida en el entorno a las estaciones de la Red de Monitoreo Atmosférico, el grado de marginación de las localidades de cuatro municipios destacados por la denotación urbana; y la influencia que estos tienen para el bienestar y la calidad de vida de sus habitantes.

Los objetivos específicos, que a su vez determinan las etapas metodológicas del estudio fueron: 1) Elaboración de un diagnóstico de las áreas verdes en la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) sobre la distribución de parques, jardines y camellones urbanos en la Ciudad; 2) Elaboración de un diagnóstico sobre la calidad del aire en la ZMCT, basado en el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET) sobre la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana; 3) Elaboración de un diagnóstico sobre el grado de marginación basado en el análisis espacial y estadístico (AEE), de las localidades en la ZMCT.

Posteriormente se procedió a 4) Evaluación de la correlación espacial y temporal entre la calidad del aire en la Ciudad, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación en la ZMCT; 5) Elaboración de un Diagnóstico Integral a partir de las condiciones ambientales de la ZMCT; 6) Elaboración de una Propuesta de Calidad de Vida en la ZMCT, basada en la instalación y mejoramiento de las áreas verdes urbanas y el mejoramiento de la calidad del aire, y así favorecer el bienestar de la población, salvaguardando la calidad de los recursos del área verde urbana mediante una visión de planeación integral y holística.

En la etapa final se argumenta con base en: 7) Elaboración de una propuesta teórica y metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas, relacionada con las áreas verdes existentes y la calidad del aire.

ABSTRACT

The general objective of the study was to develop a theoretical-methodological proposal for the study of the quality of urban life in the Metropolitan Area of the City of Toluca (ZMCT), related to the existing green areas, the degree of marginalization of the localities and the air quality in the ZMCT. In this research project, processes related to the study of physical and environmental space were applied in the context of the Metropolitan Area, based on data obtained from the Automatic Atmospheric Monitoring Network of the Metropolitan Area of the City of Toluca. This allowed us to infer correlations between the existing green areas, the air quality in the surroundings of the stations of the Atmospheric Monitoring Network, the degree of marginalization of the localities of four municipalities highlighted by urban denotation; and the influence that these have for the well-being and quality of life of its inhabitants.

The specific objectives, which in turn determine the methodological stages of the study were:

- 1) Preparation of a diagnosis of green areas in the City of Toluca, based on spatial and statistical analysis (AEE) on the distribution of parks, gardens and urban ridges in the City;
- 2) Preparation of a diagnosis on air quality in the ZMCT, based on spatial, statistical and temporal analysis (AEET) on the distribution of atmospheric pollutants in the urban area;
- 3) Preparation of a diagnosis on the degree of marginalization based on the spatial and statistical analysis (AEE), of the localities in the ZMCT.

Subsequently, we proceeded to 4) Evaluation of the spatial and temporal correlation between air quality in the City, the presence of green areas and the degree of marginalization in the ZMCT; 5) Preparation of a Comprehensive Diagnosis based on the environmental conditions of the ZMCT; 6) Preparation of a Quality of Life Proposal in the ZMCT, based on the installation and improvement of urban green areas and the improvement of air quality, and thus favor the well-being of the population, safeguarding the quality of the resources of the urban green area through a comprehensive and holistic planning vision.

In the final stage it is argued based on: 7) Elaboration of a theoretical and methodological proposal for the study of urban quality of life in Metropolitan Zones, related to existing green areas and air quality.

This research is based on the theoretical support in the disciplines of Environmental Sciences, Environmental Geography, Complex Systems Theory and Quality of Life.

INTRODUCCIÓN

La investigación sobre la calidad de vida urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca se enfocó acerca de las áreas verdes, la calidad del aire y el grado de marginación, referente al contexto de las perspectivas ambientales y de las técnicas aplicadas en diversos lugares, que han sido considerados casos de éxito como algunas ciudades europeas (Estocolmo, Copenhague, Hamburgo, Riga, Barcelona, Berna y Gotemburgo), y en América (Bogotá, Curitiba y Vancouver) por mencionar algunas ciudades. Son un ejemplo de estudios con enfoques interdisciplinarios, transdisciplinarios y de sustentabilidad.

Basarab, (1996) en Alfaro (2012) piensa que uno de las grandes interrogantes de la actualidad es cómo adaptar la mentalidad al ser. Lograr la armonía entre el ser interno y el conocimiento externo supone que los datos, la información y los hechos son comprensibles e inteligibles. Sin embargo, las realidades del mundo actual son complejas, plurales y diversas, lo que convierte dicha interrogante en un verdadero desafío que solamente podrá ser abordado si tendemos puentes entre las disciplinas y encontramos sus espacios de intersección.

La transdisciplinaridad, un diálogo entre formas, permite que diferentes disciplinas y sistemas sean parte de este diálogo. Este intercambio supone múltiples préstamos, ya que de alguna manera las disciplinas se encuentran interconectadas. La finalidad es la comprensión del mundo presente, y uno de sus imperativos es la unidad del conocimiento. La actitud es la capacidad individual o social de mantener una orientación constante, inmutable, sin importar la complejidad de la situación. En el plano social, esta orientación es la del flujo de información que atraviesa los diferentes niveles de realidad, mientras que, en el plano individual, esta orientación es la del flujo de conciencia que atraviesa los diferentes niveles de percepción (Basarab 1996 en Alfaro 2012).

Respecto al área de estudio, existen pocos trabajos referidos a las condiciones de las áreas verdes y del bienestar, sobre todo que hagan referencia a la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, por lo que se considera necesario elaborar un diagnóstico basado en el

análisis cuantitativo y cualitativo de las condiciones de las áreas verdes en términos de sus potencialidades y distribución, desarrollando así ambientes de beneficio y calidad para sus habitantes.

Estudios particulares de la zona se enfocaron en los aspectos históricos, así como en los procesos de construcción y creación de los diversos espacios, como plazas y jardines para esparcimiento de la población. De esta manera también se señalan los programas que han impactado el modelo de distribución actual de las áreas verdes, así como el cuidado y la responsabilidad que implica para alcanzar una ciudad de calidad.

Flores, (2012), menciona la relación histórica de la ecología con la gestión y planificación de áreas verdes urbanas es la confluencia de una visión actual de desarrollo sustentable. Los indicadores sociales, económicos y ambientales se determinan de manera recíproca en la gestión y planificación de áreas verdes urbanas.

Perin, (2018) hace referencia a un estudio de las áreas verdes que muestra diferentes enfoques, para este trabajo se utilizó el enfoque de Bargas (2015), que define las áreas verdes como un espacio urbano libre con predominio de vegetación arbórea y arbustiva, con al menos el 70% de acceso público o no, y que presenta mínimamente funciones ecológicas, de ocio y estéticas

Ellos analizan y proponen dos aspectos que inciden en el desarrollo sustentable en las urbes: la perspectiva de gobernanza y su relación con el desarrollo sustentable urbano en una propuesta de gestión y planificación de áreas verdes urbanas que realizan los gobiernos locales (Flores, 2012).

En tanto Peña (2010) afirma que las áreas verdes, pueden desempeñar funciones como servicios ambientales y amortiguamiento de las temperaturas durante las estaciones del año más calurosas. Según este autor, existe una diversidad de funciones o multifuncionalidad de las áreas verdes del municipio de Toluca, sin embargo, hay diversos problemas en ellos, su instalación y ampliación podría mejorar las condiciones ambientales y por consiguiente el bienestar de la población.

Reyes Avilés, (2010) afirma que es necesario trasladar los beneficios a óptimas condiciones de espacio, y para hacerlo es necesario tomar en cuenta a los árboles de una ciudad, los cuales contribuyen al mejoramiento de la calidad del medio ambiente urbano. Este autor destaca que no funcionan de la misma forma los servicios ambientales de un bosque natural y de una ciudad, porque en zonas urbanas están en función de la cantidad de infraestructura, automóviles y personas, por lo tanto, los lugares óptimos para la generación de servicios ambientales son los espacios públicos abiertos.

Con respecto a las categorías que pueden dar cuenta del actuar de la población en los ecosistemas, en la mejora continua que permite satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias, este término requiere que la sociedad tome en cuenta: La sociedad es parte, y depende de los ecosistemas, por lo que es necesario respetar la capacidad de carga de estos. La sustitución de capital natural por otras formas de capital. (La Comisión Brundtland, 1987 en Quintana, 2011), aquella ciudad donde existe una adecuada movilidad, ahorro de energía y de recursos hídricos, disminución de la contaminación auditiva y creación de espacios públicos agradables donde haya áreas verdes con una gran funcionalidad, especialmente para la recreación.

Otro elemento trascendente para una ciudad que busca ser sustentable, es la implementación de arquitectura bioclimática, que consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas y del entorno, que aprovecha los recursos disponibles, como el sol, la vegetación, la lluvia y la dirección del viento para reducir el impacto ambiental de las construcciones. El objetivo es proporcionar a los habitantes de la ciudad una mejor calidad de vida; beneficiando con ello a los turistas y a quienes habitan y trabajan en esos espacios como discute (Díaz, 2012).

*Ibíd*em, 2012, agrega en aras de disminuir su huella ecológica, mejorar la movilidad en la ciudad, reducir la contaminación, y gestionar adecuadamente las redes hidráulicas y los sitios de confinamiento de los residuos, muchas ciudades del mundo cuentan con programas enfocados a mejorar su sustentabilidad; estos programas también buscan una movilidad sustentable. De hecho, se ha entendido que las calles en la ciudad tienen más demanda y menos oferta en lo que a circulación se refiere. Por lo tanto, la movilidad

sustentable requiere de acciones como la creación de ciclovías, la peatonalización total de calles, sobre todo en los centros de las ciudades y el transporte eléctrico.

Algunos ejemplos de ciudades con planes de sustentabilidad exitosos son: Estocolmo, con el modelo de ecobarrio en Hammarby; Londres, con las viviendas en *BedZED (The Beddington Zero Energy Development)*. El Desarrollo Beddington Zero Energía se concibe como una urbanización mixta de emisión neutral de carbono, consta de 82 viviendas y 2,500 m² de espacio de oficinas, ubicado en una zona antes usada en la industria en el sur de Londres, (fecha de consulta nov 2019 <https://elrompehielos.com.ar/ciudades-sustentables-la-evolucion-necesaria>).

Con la construcción del estadio olímpico con materiales reciclados Nantes, ciudad francesa con amplia red de tranvías y autobuses que funcionan con gas natural; Oslo, con su manejo de áreas verdes, aprovechamiento del metano en los residuos para la electricidad y el sistema de vehículos eléctricos; Vancouver, con el transporte compartido y la construcción neutra en carbono. Es también ejemplar el caso de Tokio, donde el desperdicio de agua se ha reducido en 60% en sus redes de distribución. Si bien los ejemplos más representativos se encuentran en países desarrollados, hay muchas ciudades de países en vías de desarrollo que tienen avances significativos. Por ejemplo, destaca Medellín y su impulso a las ciclovías o Sao Paulo, cuyo cinturón verde a pocos kilómetros de la ciudad fue declarado reserva de la biósfera debido a los servicios ambientales que provee.

Tovar, (2004) ejemplifica que la de ciudad sustentable desde 1998 es la ciudad de Bogotá, que ha establecido un orden institucional, jurídico y técnico con el fin de efectuar un manejo adecuado de la cobertura arbórea urbana y garantizar de esta manera su persistencia en condiciones adecuadas que permitan su convivencia con la infraestructura urbana, como lo menciona.

Los Jardines de Luxemburgo son uno de los lugares más populares de la ciudad tanto para los parisinos como para los turistas, que pueden encontrar un lugar de descanso merecido después de pasear por toda la ciudad. Entre las numerosas estatuas y esculturas que se alojan en los jardines, es posible encontrar centenares de sillas de metal en las que relajarse

y disfrutar de la tranquilidad (www.paris.es/jardines-luxemburgo fecha de consulta noviembre 2018).

González, (2020) menciona que las áreas verdes y el arbolado urbano brindan este descanso, no sólo por sus beneficios psicológicos, sino por el papel que juegan en la lucha contra el cambio climático. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) señala que los árboles pueden bajar la temperatura del aire en las ciudades entre 2°C y 8°C, además de absorber hasta 150 kilogramos de dióxido de carbono (CO₂) al año.

Eso lo han entendido tres ciudades mexicanas que, aunque muy distintas entre sí, han visto en las acciones ‘verdes’ de pequeña y mediana escala –muchas emanadas de iniciativas ciudadanas- efectivas estrategias de transformación local.

Enfriar las ciudades, las generadoras del 80% del dióxido de carbono emitido a la atmósfera, por medio de las áreas verdes, el arbolado urbano, los parques, las jardineras, los camellones y otros reductos verdes, se está convirtiendo en la mejor estrategia para gobiernos subnacionales como los de Ciudad de México (México), Mérida (Yucatán) y Guadalajara (Jalisco), (González, 2020)

Bascuñán, (2007) afirma que para desarrollar un nuevo modelo de dotación de áreas verdes se han incorporado dos conceptos, en primer lugar, vincular la necesidad de áreas verdes a las personas y no a la superficie, es decir, tomar conciencia que, a mayor cantidad de personas, mayor será el uso de los espacios verdes. Vincular el tamaño de las zonas verdes a la densidad, a la cantidad de habitantes y no a un porcentaje de cesión de terreno. En segundo lugar, sería interesante que las áreas verdes no se exigieran todas juntas, es decir que se reconozcan las escalas de dichas áreas y así acercarse a los parámetros dotacionales internacionales, no por cantidad sino más bien por escala, es decir, no exigir, por ejemplo, una plaza de vecindario con superficie y tamaño de una plaza de barrio.

En la ciudad de Toluca, el cuidado, manejo y disposición de las especies arbóreas condicionan los servicios ambientales que en el contexto urbano se pueden aprovechar y establecer orientaciones que permitan el uso apropiado de los árboles en ambientes urbanos. Se trata de destacar la importancia, no sólo de su función como elementos propios

del paisaje urbano, sino trascender en las funciones de los árboles como un servicio ambiental. Las ventajas evidentes son: almacenamiento de agua; recarga subterránea; barrera contra ruidos; regulación de la temperatura; aumento de la biodiversidad; generación de oxígeno; captura de carbono y como elemento de confort en áreas para la recreación (Reyes, 2010).

La integración holística en el urbanismo de las variables ambientales, económicas y sociales, supone que las condiciones para mejorar la calidad de vida en la ciudad se basan en los determinantes físicos del medio ambiente, y en el mejoramiento de las condiciones de vida humana; por lo que se requiere un progreso económico y un desarrollo social (Ramírez *et al*, 2004).

Las áreas verdes conforman espacios públicos cuyo elemento principal es la vegetación. El avance de la urbanización en la Ciudad de México ha impactado en sus condiciones ambientales, por lo que resulta fundamental proteger, conservar e incrementar las áreas verdes urbanas, ya que desempeñan funciones esenciales para la calidad de vida de los habitantes.

Ibidem, et al., (2004) agrega que el arbolado mejora la calidad del aire, promueve una humedad más alta en el ambiente, induce la lluvia que se infiltra en los suelos, retiene la tierra y la estabiliza disminuyendo la erosión. La vegetación también absorbe gases tóxicos como el dióxido de carbono, causante del “efecto invernadero”. Asimismo, retiene partículas de polvo suspendidas en el aire, que en caso de no hacerlo agravarían los problemas respiratorios de la población. Con ello se infiere que, para detener el aumento en la concentración de los gases tipo invernadero de origen antropogénico, los bosques tienen una función importante en el ciclo global del carbono.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca son insuficientes las áreas verdes para mitigar la contaminación atmosférica y por lo tanto hay una disminución en el bienestar social. Ya que las áreas verdes contribuyen a la asimilación de los contaminantes atmosféricos, facilitan la infiltración de lluvias, atenúan las corrientes de aire, regulan el régimen térmico, brindan abrigo ante diferentes inclemencias, amortiguan los efectos del ruido, mejoran el paisaje y suavizan el impacto visual de las edificaciones masivas. Esto es, influyen en la mejora de la calidad de vida de la población.

En la ZMCT la contaminación ambiental se debe a las industrias y autos que emanan gases tóxicos diariamente. La conformación de áreas verdes urbanas reduce algunos de los contaminantes del aire. Este proceso se da cuando las partículas de polvo y humo quedan atrapadas en las hojas de las plantas, además, estas absorben gases tóxicos. Especialmente aquellos originados por tubos de escape y que constituyen gran parte del esmog urbano.

Desde este marco problemático, el presente trabajo es importante porque rescata las características y cualidades de las áreas verdes de la ciudad de Toluca, para mejorar las áreas naturales. Se trata de proponer un desarrollo de la calidad de los espacios verdes para los habitantes de la ciudad. Además de otras temáticas como la distribución, proporción, educativa, manejo y de comparación, en tal sentido se tomen acciones que se puedan implementar y desarrollar mediante este proyecto. El beneficio será propiamente para la población, considerando que se puede obtener una mejor calidad del aire, retención de humedad y realce estético. Los fundamentos se basan en el análisis de las características físico-geográficas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.

Se parte de que las áreas verdes elevan la calidad de vida de los habitantes, indican la reivindicación del derecho a un espacio digno y reconocimiento de la importancia de un bienestar estético en el mismo. El proyecto busca alcanzar un entorno de calidad, mediante la convivencia y la comunicación, a través de participación ciudadana y autoridades.

Si bien la universidad aporta conocimientos, es trascendental considerar las técnicas y elementos metodológicos que los sustentan y aplican mediante estrategias dirigidas al bienestar y calidad de las áreas verdes, y en consecuencia a los habitantes de la ciudad e incluso la zona conurbada o metropolitana.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son los principales problemas de las áreas verdes en la ZMCT, que se pueden identificar mediante el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET) de la distribución de parques y jardines urbanos en la Ciudad?
2. ¿Cuáles son los principales problemas de la calidad del aire en la Ciudad de Toluca, que se pueden identificar mediante en el AEET de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana?
3. ¿Cuáles son las diferencias en el nivel grado de marginación de las localidades de la Ciudad de Toluca, que se pueden identificar mediante el AEET?
4. ¿Cuál es el nivel de correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la Ciudad, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación en las localidades, de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca?
5. ¿Cuáles son los principales problemas de las condiciones ambientales de la ciudad de Toluca, que se pueden idéntica mediante un diagnóstico integral?
6. ¿Cuáles deben ser los componentes de una Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la ZMCT, en la instalación y mejoramiento de las áreas verdes urbanas y el mejoramiento de la calidad del aire?
7. ¿Cuáles deben ser los componentes de una Propuesta metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas, relacionada con las áreas verdes existentes y la calidad del aire?
8. ¿Cuáles deben ser los componentes de una Propuesta teórica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas, relacionada con las áreas verdes existentes y la calidad del aire?

HIPÓTESIS

- Es posible aplicar fundamentos teóricos y metodológicos, para explicar la asociación entre las áreas verdes, los contaminantes atmosféricos y el grado de marginación en las localidades en la ZMCT.
- En las localidades de grado de marginación más alto, existe menor densidad de áreas verdes y niveles más altos de contaminación atmosférica; lo que refleja ausencia de justicia climática.

JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de investigación tuvo el propósito estratégico y metodológico de la planeación para la calidad de vida, de la responsabilidad hacia la ciudad, con actores que intervengan en proyectos especializados, dados los beneficios medioambientales que aportan las áreas verdes dentro de la ciudad de Toluca, que son las siguientes: fijan y absorben el polvo, liberan oxígeno, regulan la temperatura y humedad en el entorno urbano, filtran radiaciones, amortiguan ruidos, favorecen la presencia e implantación de fauna, principalmente pájaros. De tal manera que al aumentar el área verde y mejorar sus condiciones, se puede influir de manera positiva en el estado psicológico de los ciudadanos y ofrecer la posibilidad de descansar, relajarse, pasear y disfrutar de la naturaleza.

Algunas referencias consultadas de artículos científicos e indexados refieren que las bases del diseño urbano, deben ser multifuncionales y multiculturales, los diversos espacios de la ciudad tienen potenciales diferentes, dependiendo de factores tales como su uso, accesibilidad, carácter biológico y físico, propiedad, zonificación y límites legales, entre otros. De este modo, y aplicando la misma filosofía que en los planes de ordenación y gestión urbana, no todos los usos pueden aplicarse en todos los lugares, o no necesariamente al mismo tiempo. La posibilidad de poder elegir entre varios espacios, y que todos y cada uno de ellos satisfagan la diversidad social de la ciudad, tienen que ver con la calidad de vida de la ciudad y de sus ciudadanos.

Desarrollando el proceso de investigación a través de referencias textuales documentadas en artículos y bibliografía que permitieron establecer una asociación, en el sentido de la disminución del estrés y la mejora de la salud física de los residentes urbanos, y por otro, la presencia de arbolado, la percepción positiva de los ciudadanos respecto a la existencia de esas zonas verdes en la ciudad. Tales estudios han demostrado que los vecinos que viven rodeados de paisajes con árboles y vegetación presentan estados fisiológicos más distendidos que aquellos que viven en entornos sin naturaleza.

No hay duda de que la experiencia en la naturaleza, la contemplación de paisajes y entornos naturales produce todo un conjunto de beneficios y bienestar a los usuarios de estos espacios. Numerosos estudios han puesto de manifiesto el llamado “efecto restaurador de la naturaleza” que permite a las personas el relax necesario para afrontar una vida de estrés.

Este efecto restaurador es buscado, ahora más que nunca, entre una población cada vez más urbana, donde las distancias de desplazamiento son cada vez mayores y el tiempo para el ocio es menor. En definitiva, una población alejada de los sistemas naturales y que demanda un mayor número de espacios recreativos en las ciudades.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda entre 9 y 15 m² de área verde/habitante, sin embargo, determinar el promedio real en cada ciudad es complejo porque los criterios para definir áreas verdes son extremadamente variables y porque la distribución de éstas es característicamente irregular en las ciudades ya que la mayoría han crecido desordenadamente y en ausencia de criterios ambientales previamente establecidos (PNUMA, 2010 en Fuentes; 2015).

Es necesario que el espacio natural tenga una calidad apropiada para despertar en el usuario lazos emocionales, y le haga sentirse satisfecho con su entorno. La calidad de los espacios verdes urbanos es un elemento subjetivo, ya que tiene que ver con el modo en que son percibidos por los usuarios, y con el significado que tienen para ellos. Se sabe por estudios realizados por universidades, centros de investigación en el mundo, que estos aspectos dependen de la cultura de los individuos. De este modo, un mismo tipo de zona verde tendrá significados diferentes y generará grados distintos de satisfacción en los usuarios, según la base cultural y estilos de vida en los que los usuarios hayan sido socializados. De esta forma, y después de este análisis, se estará en condiciones de establecer unos parámetros de diseño y composición para cada tipo de población y cultura.

No obstante, estos estudios han señalado la existencia de algunos parámetros físicos de calidad que son comunes a las distintas culturas, como son los que incluyen aspectos relativos a la superficie del espacio verde y a su estructura paisajística. Así, por ejemplo, zonas demasiado pequeñas favorecen las aglomeraciones, generan ruido y ofrecen vistas inapropiadas que no estimulan el descanso y el relax del usuario.

En la mayoría de los casos, las zonas verdes urbanas pueden proveer fácilmente el desarrollo de actividades, pero no siempre su tamaño, diseño y estructura (incluyendo la dotación de instalaciones y equipamiento) permiten que todas ellas puedan ser instaladas y administradas de forma simultánea respondiendo así a las múltiples y diversas demandas de los usuarios.

Priego, (2014) explica que para el estudio de esos aspectos funcionales de los espacios verdes urbanos es conveniente distinguir tres niveles en las actividades de los usuarios que acuden a tales áreas de esparcimiento: el primero es el uso individual de los espacios, en el que estas actividades están encaminadas a mejorar la calidad de vida de las personas que los usa; el segundo es el uso familiar, en el que las actividades que se realizan aportan cohesión y unidad a la familia, tales como organizar un picnic o una barbacoa, llevar a pasear a los hijos o desarrollar reuniones intergeneracionales.

El último nivel es cuando los espacios verdes se usan de forma colectiva o comunitaria, en el que las actividades realizadas contribuyen a dotar a la comunidad de una mayor identidad, como organizar eventos deportivos o festivales. En base a los anteriormente citados aspectos de “localización”, “calidad de la experiencia” y “aspectos funcionales”, se estaría en condiciones de identificar los parámetros que valoran la importancia de los usos sociales de los espacios verdes.

Por otro lado, tanto el paisaje natural como el paisaje urbano están sujetos a los cambios del tiempo, fundamentalmente influenciados por modas o nuevas demandas que la población hace sobre el espacio. El diseño de las áreas verdes debe tener en cuenta aspectos tan importantes como la accesibilidad que deben tener los ciudadanos a las áreas recreativas, la coherencia (contraste entre los diferentes elementos de un parque), la legibilidad (incorporación de elementos diferenciadores, de iconos, como podría ser una fuente o un monumento), la complejidad (la gran cantidad de elementos que potencian la actividad mental de la exploración) (Priego; 2014).

Además de los beneficios señalados, investigaciones científicas confirman que la presencia de espacios verdes de calidad y bien conservados tiene un efecto altamente positivo sobre el confort y el bienestar de los ciudadanos. Además de contribuir a que se tengan ciudades

más saludables y a que se pueda respirar aire fresco y limpio. Por otro lado, aportan un interesante valor económico a los bienes que su ubican en su entorno.

Los espacios de convivencia son limitados, dado que no hay una armonización entre los espacios y jardines que realcen su atención e inspiración de ciertas facultades, que como punto principal y de partida debiera implementarse en el diseño y arquitectura de las construcciones de los edificios, o que implementen algunas ecotecnias de conservación y en particular aquellas dirigidas a incrementar los servicios ambientales que aportan las áreas verdes (Granada, 2016).

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, relacionada con las áreas verdes existentes y la calidad del aire en la ZMCT.

Objetivos específicos

1. Elaborar un diagnóstico sobre las áreas verdes; sobre la calidad del aire, y sobre el grado de marginación de las localidades en la ZMCT, basado en el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET) de la distribución de parques, jardines y camellones urbanos; de la concentración de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana; y de las viviendas en la ZMCT.
2. Elaborar un Diagnóstico Ambiental Integral basado en la evaluación de la correlación espacial y estadística entre la calidad del aire, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación la ZMCT.
3. Elaborar una Propuesta de Calidad de Vida en la ZMCT, basada en la instalación y mejoramiento de las áreas verdes urbanas y el mejoramiento de la calidad del aire.
4. Elaborar una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas, relacionada con las áreas verdes existentes y la calidad del aire.

Introducción al capitulado de tesis

A continuación se describe el proceso de desarrollo de esta tesis, la cual inicia con el capítulo sobre el Marco Teórico, considerando dentro de este las ciencias ambientales con un enfoque interdisciplinario, seguido de la teoría de sistemas complejos e integración interdisciplinaria, geografía ambiental y la sustentabilidad en áreas conurbadas, calidad de vida y calidad de vida urbana, el bienestar social y la justicia ambiental en áreas metropolitanas: La marginación, también los modelos de evolución de las ciudades de cual incluye: modelo inductivo descriptivo, modelos deductivos, modelos evolutivos urbanos, además, las áreas verdes urbanas para la convivencia y participación social, seguido de la calidad del aire en las ciudades, problemática global y alternativas para mitigar repercusiones, complementando este capítulo con las relaciones entre Indicadores de calidad de vida en las ciudades.

Se abordan aspectos sobre la calidad de vida y bienestar de la población con relación al manejo sustentable de las áreas verdes y la calidad del aire con la revisión e identificación de conceptos, categorías en materia, con base a diversos autores, la descripción de las categorías, concernientes al tema, la discusión de categorías, también la Identificación de programas y estudios de caso sobre ciudades sustentables y calidad ambiental en el mundo.

El capítulo de Metodología inicia con la fase metodológica sobre la delimitación y caracterización geográfica del área de estudio con base en la elaboración de la cartografía: aspectos físico-bióticos y características sociales. De igual forma se realizó el diagnóstico sobre las áreas verdes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) de la distribución de parques, jardines y camellones urbanos en la ZMCT, consistiendo en: análisis espacial de la distribución de las áreas verdes en la ZMCT, y el análisis estadístico de la distribución de las áreas verdes en la ZMCT.

En la siguiente fase metodológica se aborda el diagnóstico sobre la calidad del aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basado en el AEET de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana, destacando: análisis estadístico, temporal y espacial de la distribución de los contaminantes atmosféricos en el área de estudio.

Se prosiguió elaborar el diagnóstico sobre el grado de marginación de las localidades en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico; y a continuación se presenta la evaluación de la correlación espacial y estadística entre la presencia de áreas verdes, calidad del aire y el grado de marginación, esta última temática con base a las localidades de la ZMCT; y se procedió al diagnóstico ambiental integral a partir de las condiciones ambientales de la ZMCT; mediante el Análisis FODA.

En las etapas finales de la metodología se elaboró la propuesta de calidad de vida urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire urbana; mediante el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico (EML); el estudio concluye con la elaboración de una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas.

La tesis finaliza con el capítulo de Resultados y Discusión, en el cual de acuerdo a las etapas de la Metodología, se presenta lo siguiente: caracterización geográfica y ambiental de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca; aspectos físico-bióticos; características sociales; diagnóstico sobre las áreas verdes en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) de la distribución de parques, jardines y senderos urbanos; diagnóstico sobre la calidad del aire en la ZMCT, basado en el AEET de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana; monóxido de carbono; dióxido de nitrógeno; ozono; partículas menores a 10 micras; partículas menores a 2.5 micras.

Considerando también el Diagnóstico sobre el grado de marginación en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico del grado de marginación de las localidades, incluyendo: marginación en el Municipio de Toluca dentro de la ZMCT; marginación en el Municipio de Metepec dentro de la ZMCT; marginación en el Municipio de San Mateo Atenco dentro de la ZMCT; marginación en el Municipio de Zinacantepec dentro de la ZMCT.

Posteriormente se incluye una Propuesta de Calidad de Vida en la ZMCT, basada en la instalación, mejora de las áreas verdes urbanas y mejora de la calidad del aire; la que consistió en proponer técnicas de conservación, manejo y expansión de áreas verdes cuyo propósito es el mitigar y controlar mediante programas la emisión de contaminantes atmosféricos, y así favorecer el bienestar de la población, salvaguardando la calidad de los recursos del área verde urbana mediante una visión de planeación integral y holística.

En la etapa final se argumenta con base en la elaboración de una propuesta teórica y metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas, relacionada con las áreas verdes existentes y la calidad del aire. El documento finaliza con las Conclusiones y las Recomendaciones en las que se propone la agenda de investigación.

Sobre este cierre de argumentos se abordan alternativas relacionadas al aumento de áreas verdes hacia la ZMCT, como son los cinturones verdes del cual se puede establecer como un límite natural a las ciudades con lo urbano y lo rural delimitadas o separadas con la urbanización de manera espaciada y equilibrada, al igual que los techos que en la que se menciona de manera general que la vegetación puede mejorar la calidad del aire removiendo los contaminantes y atrapando sus partículas en sus hojas considerándose así como una tecnología moderna y ecológica para enfrentar el cambio climático y problemas ambientales más comunes en el medio urbano.

En este sentido se aborda la propuesta mediante la elaboración de un mapa de los cinturones verdes adyacentes a la ZMCT, ya que la finalidad es visualizar las alternativas de sugerir un incremento de las áreas verdes extensas calidad, para el bienestar no solo urbano sino para las alternativas rurales en la recuperación y rehabilitación de áreas naturales.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

El marco teórico de esta investigación está estructurado de la siguiente forma: En la primera parte se aborda el estudio de las ciencias ambientales, que trata de conocer las relaciones que mantiene el ser humano consigo mismo y la naturaleza, implica un grado de estudio multidisciplinario que abarca distintos elementos como el estudio de problemas ambientales y la propuesta de modelos para el desarrollo sustentable.

En tanto la teoría de sistemas complejos e integración interdisciplinaria, implica la complejidad de un sistema, no está solamente determinada por la heterogeneidad de los elementos (o subsistemas) que lo componen y cuya naturaleza los sitúa normalmente dentro del dominio de diversas ramas de la ciencia y la tecnología. Además de la heterogeneidad, característica determinante de un sistema complejo es la interdefinibilidad (todo interactúa con todo) y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total. Esta característica excluye la posibilidad de obtener un análisis de un sistema complejo por la simple integración de estudios sectoriales correspondientes a cada uno de los elementos (García, 2006).

Se abordan posteriormente conceptos sobre la geografía ambiental y la teoría de sustentabilidad. Esta reflexión inicia con una revisión de los conceptos sobre geografía ambiental y su intersección, intentando incluir diferentes ámbitos de la investigación internacional.

Los enfoques de calidad de vida y calidad de vida urbana son por extensión, producto de la interacción de estas variables para la conformación de un hábitat saludable, confortable, capaz de satisfacer los requerimientos básicos de sustentabilidad de la vida humana individual y en interacción social dentro del medio urbano.

Desde el punto de vista del bienestar social y la justicia ambiental, son normativos o regulatorios en torno a la acepción que reglamenta la conducta de los hombres, pero a su vez inserta en este estatuto las posturas políticas imperantes y la participación de la comunidad, dejando clara la relación del hombre con la naturaleza, lo que en términos

generales conocemos como el derecho a un medio ambiente sano, la conceptualización es mucho más profunda y con tendencias holísticas.

Se discuten los modelos de evolución de las ciudades: entre ellos el modelo inductivo descriptivo, modelos deductivos; así como los enfoques de centralidad, polarización (periferia-subcentros), linealidad, accesibilidad, anillo (sectores y núcleos), fragmentación (particiones difusas, dispersión y fragmentación (manchones o islas) y diferenciación por periodos y regiones (Buzai, 2003).

Para finalizar el abordaje teórico se argumenta sobre las áreas verdes urbanas para la convivencia y participación social, calidad del aire en las ciudades, y relaciones entre Indicadores de calidad de vida en las ciudades.

1.1. Las ciencias ambientales: un enfoque interdisciplinario

Las categorías ambientales y urbanas se conciben como las categorías de análisis utilizadas en el trabajo, así como el enfoque teórico que sustenta la propuesta que se relaciona con el bienestar en la ciudad a partir de los beneficios ambientales, que incluyen el control de la contaminación del aire y el ruido, la modificación del microclima en el espacio urbano, el realce del paisaje con impactos positivos en las personas y la educación. Además, se menciona de manera específica que las áreas verdes urbanas y el beneficio del hábitat para la vida de algunas especies animales, además que controlan la erosión y ayudan a captar e infiltrar agua para el suministro urbano.

La ecología humana como disciplina, cuyo objeto de estudio son las interrelaciones entre los habitantes de una aglomeración urbana y sus múltiples interacciones con el ambiente, permite retomar sus enfoques teóricos, así como aplicar conceptos y teorías de la ecología tradicional con otras disciplinas (urbanismo, economía, sociología, antropología, geografía, ingeniería, derecho e historia) en términos de diálogo. Esta tendencia permite conocer la complejidad de las interrelaciones de los elementos que intervienen en una problemática.

Restrepo, (2002) aclara que la ecología humana tiene como punto de partida la analogía que se establece entre los ecosistemas vivientes y el mundo de las relaciones interpersonales. Sugiere que interesa retomar enfoques, métodos, técnicas de diversas disciplinas que permitan comprender, explicar e incidir en la problemática estudiada.

Por otra parte, se reconoce el poder explicativo de la disciplina, en tanto que muestra la similitud que existe entre la crisis ecológica y la crisis interpersonal y valorativa del mundo contemporáneo, la funcionalización de las relaciones cotidianas y trastornos como la violencia intrafamiliar o la drogadicción.

Olivier, (1993) indica que la ecología humana podría presentarse como el estudio del papel del hombre sobre la naturaleza o de la naturaleza sobre el hombre, este último tomado en su totalidad, en su "integridad". Asimismo, señala que la Ecología Humana puede verse desde dos puntos de vista; a corto y a largo plazo. A corto plazo ella se ocupa de nuestras condiciones de vida, de nuestra salud, nuestro equilibrio, de los daños de la contaminación, y de diversas agresiones (estrés). Está estrechamente relacionada con la Demografía, Fisiología, Sociología, Higiene y Medicina preventiva; igualmente con la defensa de la naturaleza. En esta acepción del término. La ecología humana a largo plazo no se trata de las repercusiones inmediatas del medio sobre nosotros mismos, sino de la acción más lejana sobre nuestros descendientes.

Montes Ponce de León, (2001) expresa que el medio ambiente es el espacio físico que nos rodea y en cual el hombre puede interaccionar en sus actividades. Este espacio físico está constituido por las personas que nos rodean, la casa en que vivimos, las calles que transitamos, el aire que respiramos, la naturaleza que nos circunda y todos estos elementos considerados de una forma amplia y sin ninguna excepción.

Bureau Veritas (2008), basó el concepto, en la Real Academia de la Lengua Española, donde se expresa que el espacio físico también se entiende como medio ambiente y; el conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas y sociales que rodean a las personas y a los seres vivos. Al respecto, indica que la protección al medio ambiente ya no se trata de un lujo o un capricho, sino que se ha convertido en una de las claves para asegurar el desarrollo futuro y la permanencia de la sociedad. No se trata de proteger el medio ambiente en sí, sino que es una exigencia para la supervivencia y el desarrollo sostenido de la humanidad a medio y a largo plazo, además de una demanda social en cuanto a derechos como la salud y determinados niveles de vida.

Carmona, (2000) sostiene que el espacio físico es la síntesis de la evolución del concepto de ecosistema y hace referencia a la puesta en práctica del enfoque totalizante, cuando se habla de medioambiente, se habla de ecosistema más el ser humano; no solamente los factores físicos se encierran en el concepto medio ambiente, sino que hace referencia a las coacciones con los otros hombres, a las relaciones interindividuales, intercomunidades y sociales; es decir, lleva a un análisis, económico, político, social y cultural.

Campos, (2000) menciona que el termino ecosistema fue utilizado por primera vez en 1935 por Tansley, aunque el concepto tiene una historia más larga. Anteriormente se utilizaron términos como “microcosmos”. Este mismo autor indicó que ecosistema incluye los organismos y factores físicos que forman el medio ambiente.

El problema ambiental no es un asunto menor. En el pasado se limitaba al análisis de efectos por contaminación del agua, del suelo y del aire, sin embargo, la complejidad aumentó en la medida en que se fueron conociendo mejor tanto causas como efectos, a partir de reconocer que los ciclos naturales podrían no ser capaces de devolverle la vitalidad necesaria al planeta. Los efectos son variados y de diversa índole: hambrunas; inundaciones extremas; huracanes, terremotos, erupciones e incendios inéditos e incontrolables; agrietamientos de la corteza terrestre, deslaves y maremotos; descongelamiento, calentamiento global y cambio climático son solo algunos efectos que tienen a científicos y estudiosos ocupados en encontrar explicaciones más adecuadas (Bocco 2013 en Severiche *et al.*, 2016).

Severiche *et al.*, (2016) agregan que la educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) permite que cada ser humano adquiera los conocimientos, las competencias, las actitudes y los valores necesarios para forjar un futuro sostenible. Educar para el desarrollo sostenible significa incorporar los temas fundamentales del desarrollo sostenible a la enseñanza y el aprendizaje, por ejemplo, el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, la biodiversidad, la reducción de la pobreza y el consumo sostenible.

Vargas *et al.*, (2017) señalan que la economía verde fue presentada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a finales de 2008, como un mecanismo integral y práctico de trabajo, que busca mediante el análisis y apoyo a las políticas de

inversión, incentivar los sectores verdes y cambiar los sectores económicos hostiles con el ambiente. Actualmente, la economía verde se describe como una economía que busca mejorar el bienestar humano y alcanzar la equidad social, mediante la reducción significativa de los riesgos ambientales y el uso sostenible de los servicios ecológicos. Es la economía busca un desarrollo con bajas emisiones de carbono, eficiente en el uso de los recursos y socialmente inclusiva.

1.2. Teoría de Sistemas Complejos e integración interdisciplinaria

García, (2006) menciona que la propuesta piagetiana (modelo biológico de adaptación), apoyada en una concepción constructivista de la teoría del conocimiento, presenta una concepción de lo que él llama "el sistema de las ciencias" como "una estructura de orden cíclico e irreductible a toda forma lineal". Aceptando una agrupación de las ciencias en cuatro grandes conjuntos (ciencias lógico-matemáticas; ciencias-físicas; ciencias biológicas y ciencias psicosociológicas), Piaget comienza por establecer que el término "ciencia" recubre cuatro grandes dominios o niveles, en cada uno de los cuales las disciplinas se relacionan entre sí de manera diferente:

- a) Dominio material, definido como el conjunto de "objetos" a los cuales se refiere cada disciplina (números, funciones, objetos físicos o biológicos, energía, operaciones mentales, clases sociales).
- b) Dominio conceptual, definido como el conjunto de teorías o conocimientos sistematizados elaborados por cada ciencia acerca de su dominio material.
- c) e) Dominio epistemológico interno, que corresponde al análisis de los fundamentos de cada disciplina, es decir, a la crítica de su aparato conceptual y de las teorías de su dominio conceptual.
- d) e) Dominio epistemológico derivado, que analiza las relaciones entre el sujeto y el objeto de conocimiento, es decir, el marco epistemológico más general de los resultados obtenidos por cada disciplina, comparándolo con el de las otras ciencias.

Ibíd., (2006) agrega que los sistemas complejos están constituidos por elementos heterogéneos en interacción - y de allí su denominación de complejos-, lo cual significa que sus subsistemas pertenecen a los "dominios materiales" de muy diversas disciplinas. La concepción piagetiana del "sistema de ciencias", con sus dominios circulares y su red de interrelaciones, remueve todo obstáculo teórico para articular los estudios que se realicen en los diversos dominios materiales. Esto no significa, sin embargo, que sea fácil superar las dificultades prácticas de articulación de tales estudios.

La interdisciplina supone la integración de diferentes enfoques disciplinarios, para lo cual es necesario que cada uno de los miembros de un equipo de investigación sea experto en su propia disciplina. En este sentido, el equipo de investigación es multidisciplinario. La diferencia fundamental entre una investigación interdisciplinaria y las llamadas investigaciones multi (o "trans") disciplinarias está en el modo de concebir una problemática y en el común denominador que comparten los miembros de un equipo de investigación. (García, 2003).

Ibíd., (2003) indica que en el "mundo real", las situaciones y los procesos no se presentan de manera que puedan ser clasificados por su correspondencia con alguna disciplina en particular. En ese sentido, podemos hablar de una realidad compleja. Un sistema complejo es una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son "separables" y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente. En los primeros casos estudiados bajo esta perspectiva se refería a dicha característica como una "determinación mutua".

Los procesos de integración disciplinaria (al igual que los procesos de diferenciación que han dado lugar a cada una de las disciplinas científicas), han significado replanteamientos fundamentales que no se limitan a "poner juntos" (o a "separar") los conocimientos de diferentes dominios. En segundo lugar, además de no ser posible, la "integración disciplinaria" en una investigación en particular no es "necesaria", puesto que el análisis histórico de la ciencia permite poner en evidencia que las diferentes disciplinas científicas se van integrando a lo largo de su desarrollo. Dicho de otra manera, la integración disciplinaria es un hecho histórico y una característica del desarrollo científico que no resulta

de la voluntad (y de los acuerdos) de un grupo de investigación y que no puede constituir, entonces, una pretensión metodológica (García, 2003).

Los sistemas complejos están constituidos por elementos heterogéneos en interacción y de allí su denominación de complejos, lo cual significa que sus subsistemas pertenecen a los "dominios materiales" de muy diversas disciplinas. La concepción piagetiana del "sistema de ciencias", con sus dominios circulares y su red de interrelaciones, remueve todo obstáculo teórico para articular los estudios que se realicen en los diversos dominios materiales. Esto no significa, sin embargo, que sea fácil superar las dificultades prácticas de articulación de tales estudios.

García, (2003) expone mientras que en el caso de las investigaciones multidisciplinarias se suelen sumar los aportes que cada investigador realiza desde su disciplina particular en torno a una problemática general que puede ser analizada desde diferentes perspectivas, una investigación interdisciplinaria supone la integración de estos diferentes enfoques para la delimitación de una problemática. Dicho de otra manera, mientras que en un caso lo que se integra son los resultados de diferentes estudios sobre una problemática común, en el caso de la interdisciplina, la integración de los diferentes enfoques está en la delimitación de la problemática. Ello supone concebir cualquier problemática como un sistema cuyos elementos están indefinidos y cuyo estudio requiere de la coordinación de enfoques disciplinarios que deben ser integrados en un enfoque común. De ahí que la interdisciplina implique el estudio de problemáticas concebidas como sistemas complejos y que el estudio de sistemas complejos exija de la investigación interdisciplinaria.

La delimitación de un sistema complejo no sólo requiere de una concepción común entre los miembros del equipo de investigación sobre la problemática general a estudiar, sino también de una base conceptual común y de una concepción compartida de la investigación científica y de sus relaciones con la sociedad (García; 2006).

En la tabla 1 se presenta un resumen de los conceptos que son necesarios para explicar cómo se integra un sistema complejo; la tabla se elaboró con base en diferentes autores que han trabajado con la teoría de sistemas complejos, pero sobre todo teniendo como base a García (2006), quien la plantea en un continuo devenir entre lo abstracto y lo concreto.

Tabla 1. Conceptos para integrar un sistema complejo

| Concepto | Definición |
|----------------------------------|---|
| Observables | Formas de organización de los datos provistos por la experiencia, elaborados en niveles anteriores. El investigador no es un observador neutro; por lo que los registros tendrán dos componentes: de una realidad objetiva y de a sus propios esquemas interpretativos. |
| Hechos | Son relaciones entre observables, además de ser observables interpretados. |
| Inter definibilidad | Mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total. Esta característica excluye la posibilidad de obtener un análisis de un sistema complejo por la simple adición de estudios sectoriales correspondientes a cada uno de los elementos. |
| Componentes | Limites- no suponen una barrera para la interdependencia del SC con su entorno, no deben ser vistos como una muralla; ya que todo tiene correlación, se rompe con el esquema de causa y efecto, pues un efecto puede tener diferentes causas, y una causa diferentes efectos, y estos a su vez estar correlacionados y dar otros resultados, causas o efectos. Lo que no es pertinente o tiene menos prioridad, pueden dejarse afuera; sin embargo, sigue interactuando con lo que está dentro. Elementos- son los componentes de un sistema, estos son inter definibles, sirven para estudiar la organización o estructura del sistema Flujos- acción de la interacción de lo que queda afuera de lo que queda adentro |
| Escalas (criterios de selección) | Escalas de fenómenos-en donde datos observacionales que pertenecen a diferentes escalas no deben mezclarse. Escalas de tiempo- se analiza la historia, dependiendo de la naturaleza del sistema y de la pregunta conductora, se señala el período durante el cual se estudia la evolución. |

| Concepto | Definición |
|---------------------------------|---|
| Procesos y niveles de análisis. | Niveles de procesos- Es un cambio, o una serie de cambios, que constituyen el curso de acción de relaciones que consideramos como relaciones causales entre hechos. El primer nivel, incluye todos aquellos “cambios producidos en el medio físico, en los métodos de producción, en las condiciones de vida y en el sistema de relaciones socioeconómicas, asociadas al sistema productivo en la región”; este nivel incluye la dimensión local. En el segundo nivel, se estudian las “modificaciones, que se presentan en el sistema productivo, tales como el desarrollo de cultivos comerciales, el desarrollo de la ganadería, la implementación de la industria manufacturera. Por último, en el tercer nivel se habla de las políticas de desarrollo, modificaciones del mercado internacional, internalización de capitales”, entre otros; es decir, la dinámica de los procesos determina al nivel anterior Niveles de análisis- sirven para estudiar los niveles de procesos, de esta manera pueden ser vistos desde el ámbito micro, meso y macro. |
| Dinámica de los sistemas. | Desestructuración y reestructuración- Todo sistema abierto está sometido a perturbaciones. De carácter exógeno- modificaciones de las condiciones de contorno. Y de carácter endógeno- modificaciones de los parámetros que determinan las relaciones dentro del sistema Co-evolución- Los SC tienen historia, no sólo evolucionan en el tiempo, sino que además esa historia es corresponsable de su conducta presente, se requiere del análisis histórico de los procesos que condujeron a la estructura actual. Por lo que es un proceso de cambio iterativo entre el subsistema biofísico y antrópico, que va desde un enfoque local, |

| | |
|---------------------------|--|
| | respondiendo a la diversidad ambiental y viceversa; desde un enfoque global, el modelo predominante y globalizante de desarrollo coevoluciona con el planeta. Por lo cual se requiere analizar la dimensión ecológica, social y económica a partir de las correlaciones del pasado con el presente; y de la coevolución e interrelaciones de cada dimensión con los subsistemas. |
| Propiedades estructurales | Resiliencia, refiere a la capacidad que tiene el sistema de regresar a su estado inicial; pero a partir de la problemática ambiental que se vive en la actualidad y de la característica coevolutiva del SC, el sistema coevoluciona de tal manera que logrará la armonía con las condiciones de su entorno, no regresando al estado inicial, sino adaptándose. Vulnerabilidad, la cual se define como la susceptibilidad que presenta el sistema al ser modificado cuando se introduce un agente perturbador |
| Estructuras- | Unidades también complejas (subsistemas) que interactúan entre sí por medio de escalas. Las relaciones entre los subsistemas adquieren importancia porque determinan la estructura del sistema y como unidades complejas pueden ser estudiadas como totalidad organizada; es decir, como otro sistema si así se requiriera. Se pueden integrar un sin número de subsistemas, dependiendo de la investigación que se plantee, siendo primordial considerar que cualquier subsistema gira en torno a la naturaleza, debido a que ésta es la base de la vida misma. |
| Subsistemas | Biofísico, incorpora los recursos naturales, físicos y biológicos, tiene propiedades que afectan el bienestar humano y que, en cierto grado, es mediatizado por el comportamiento cultural de cada sociedad. Antrópico-integrado por los elementos sociales y culturales, que dependen y modifican al subsistema natural. |

Elaborado con base en Prigogine (1983), Norgaard (1995), Funtowicz y Da Marchi (2000), Leff (2004), García (2006), Salazar (2006), Lovelock (2008), Gutiérrez y Cools. (2008), Serrano- Barquín (2008), (2008), Ayestarán (2009), Palmas *et al* (2014).

1.3. Geografía ambiental y la sustentabilidad en áreas conurbadas

La Geografía Ambiental establece un esfuerzo interdisciplinario por reorientar rumbos; por matizar los límites o diferencias entre los campos socioculturales y biofísicos. Como una propuesta integradora, debe contribuir a la organización del flujo de los diferentes componentes generando la pretensión holística (Demeritt, 2009 en Bocco 2013) y argumenta que temas clave hoy son los riesgos, la vulnerabilidad, la biodiversidad con base en la distribución territorial, la planificación y uso de suelo, los análisis de paisaje, tenencia y acceso a los recursos, manejo de cuencas y cambio de cobertura, entre otros. Entonces, parece importante discutir o profundizar sobre la pertinencia de un posible campo de trabajo, un enfoque que en la literatura internacional ha llamado Geografía Ambiental (Cooke, 1992; Castree, 2009, Demeritt, 2009 en Bocco, 2013).

Ramírez y López, (2015) exponen que el espacio geográfico se constituyó, en un momento dado, como un elemento que integra como parte de su método la descripción y la

comparación entre espacios como herramientas para construir las explicaciones necesarias que se requieren para la comprensión de los fenómenos desarrollados sobre la superficie terrestre. Esta visión completó la visión regionalista que había en esta ciencia, y la adscrita al espacio como forma.

La geografía ambiental, como una propuesta integradora, debe contribuir a la organización del flujo de los diferentes componentes de la investigación, más allá de los problemas de lenguaje y metodología que puede generar la pretensión holística. En su énfasis ambiental, indica que la geografía revisa las posturas dualistas físicas y humanas, discute sus fundamentos teóricos-conceptuales, y remarca sus intereses y fronteras conceptuales de cara a otras disciplinas; así abre las posibilidades de interacción y acercamientos con otros campos enfocados en las problemáticas ambientales, todo ello sin abandonar la búsqueda de la unicidad geográfica (Bocco, 2013).

Xosé *et al.*, (2018) afirman que, frente a esta manera acrítica de educar geográficamente, se ha presentado una alternativa que muestra la relevancia de la educación geográfica. En ésta se ha valorado la construcción de una disciplina educativa, que posee una gran potencialidad para la formación de los ciudadanos del presente y del futuro. La relación ser humano-medio ambiente se desarrolla sobre la base de una perspectiva integrada del espacio geográfico. Para ello se destaca el rol de la participación escolar en el desarrollo de las habilidades de pensamiento espacial, por cuanto se prepara a los estudiantes para actuar en un mundo de movilidad local y global.

Romero, (2011) afirma que los climas urbanos pueden ser considerados socioclimas, en la medida que las características de sus temperaturas, humedad y ventilación se relacionan directamente con los usos y coberturas de los suelos y éstos lo hacen con los tipos, formas y localizaciones de los hábitats residenciales, que debido a los niveles de segregación social predominantes, son representativos de sectores socioeconómicos diferentes, en virtud de sus niveles de ingreso económico. Los paisajes ecológicos de las ciudades originan socioclimas y los relacionan con la calidad del aire, tal como lo demuestra la distribución espacial del material particulado contenido en la atmósfera.

Romero, (2011) argumenta que mientras durante los días de alta calidad del aire, no se observan grandes diferencias en las concentraciones de material particulado entre las diversas áreas urbanas, ocupadas segregadamente. Durante la ocurrencia de los períodos críticos de contaminación atmosférica es cuando se advierten importantes variaciones entre los sectores ricos y pobres de la ciudad, que en el caso de Santiago, oponen dramáticamente a los barrios altos (topográfica y socioeconómicamente hablando) del oriente, con los barrios bajos del poniente de la cuenca en que se ubica la metrópolis.

Este mismo autor menciona, en los estudios sobre la funcionalidad de la ciudad se distinguen tres niveles: nacional/internacional, regional y urbano. Este último, tiene una función estrictamente urbana, lleva al análisis de su dinámica interna (movilidad de la población y problemática que genera esta movilidad en los transportes urbanos), al estudio de las transformaciones que se dan en el seno de la urbe con el desplazamiento de los lugares históricos, de negocios y de comercio, y a la creación de zonas peatonales.

Los ecólogos políticos (Buzzeli, 2008; Swyndegow y Heynen, 2003 en Romero 2011), han llamado la atención sobre el desmejoramiento de las condiciones ambientales en las ciudades como consecuencia de la privatización de los espacios urbanos latinoamericanos; y los climatólogos y los ecólogos urbanos lo han hecho justamente para referirse a la calidad de los climas y de la vegetación de las ciudades.

Prieto y Lorda, (2012) argumentan que el concepto de ambiente ocupa un lugar central en la geografía tanto en el ámbito académico como en el de la enseñanza. Acotar el término “ambiente” es una tarea difícil y compleja debido a que existen diferentes concepciones del mismo, dependiendo de la posición ideológica del autor, por lo que con frecuencia, se identifican acepciones del término como aquel conformado por todos los elementos, procesos y relaciones que conforman la naturaleza, excluyendo de la misma el factor antrópico.

Salazar, (2013) establece que asimismo, la geografía es una disciplina de integración y provee un extraordinario marco para establecer las relaciones con otros campos del saber humano. No es de sorprender que profesionales de esta área frecuentemente contribuyan a la gerencia y manejo de los recursos y del ambiente. El desarrollo de un entusiasmo

auténtico por el conocimiento y la aplicación de la geografía es esencial en el siglo XXI, en un mundo en el cual el crecimiento de la población, el rápido desarrollo con sus implicaciones, los cambios ambientales de carácter global, las desigualdades desde el punto de vista social y económico, y la reducción de los recursos disponibles amenazan nuestra sobrevivencia en el planeta. Ella es única en conjugar las ciencias sociales (Geografía Humana) que aporta el entendimiento de la dinámica y de las interacciones de las culturas, sociedades, economías; y las ciencias de la tierra (Geografía Física) en el entendimiento de la dinámica de los componentes físicos y biológicos del paisaje y de los procesos que ocurren en el ambiente.

Giménez, (2010) considera que en cierta forma, la interpretación de paisajes reconstruidos para distintas épocas, puede afrontarse a partir de su consideración como parte visible de un ecosistema, de forma que los cambios perceptibles serían, a su vez, la consecuencia de las transformaciones ocurridas en la estructura y funcionamiento de cada ecosistema. En demasiadas ocasiones ha prevalecido la primera acepción, la referida a las formas y percepciones del paisaje, cuando es precisamente la determinación de las causas que lo explica, una oportunidad para la perspectiva geográfica. La complejidad del paisaje requiere, más allá de una visión social, ecológica o socioecológica, una perspectiva a nivel de ecosistema.

El proceso de urbanización, el crecimiento desigual y diferenciado del sistema urbano y el espacio en que esto ocurre, se plasma espacialmente en la aparición de los núcleos urbanos y sus áreas de influencia, en los espacios rurales, en la protección o no del medio ambiente, en los usos adecuados o inadecuados del suelo, en la recuperación o empeoramiento de los espacios degradados, productos, todos, en última instancia, del modo de producción dominante en un Estado particular; es decir, en una formación socio política de un país. A este conjunto entrelazado de hechos, productos o resultados, generales y específicos, particulares y singulares que acontecen en el espacio geográfico, es lo que aquí llamamos la cuestión urbano regional en plural por ser acontecimientos diversos y complejos (Chavarría, 2018).

1.4. Calidad de vida y calidad de vida urbana

La calidad de vida, máxima aspiración de todo ser humano, es un término que ha sido ampliamente utilizado en los últimos tiempos por los especialistas de las más diversas disciplinas (filósofos, economistas, sociólogos, profesionales de la salud, etcétera). Cada autor ha enfocado este concepto desde un punto de vista diferente, enfatizando sólo alguna de sus dimensiones y descuidando otras, lo que ha ocasionado como consecuencia que los principales problemas en el estudio de la calidad de vida hayan sido teóricos, metodológicos e instrumentales (Quintero y González, 1997 en Baldi, 2005).

La calidad de vida se considera que es una combinación de elementos objetivos y de la evaluación individual de dichos elementos. Calidad de vida objetiva y calidad de vida percibida son dos conjuntos de factores que interactúan. El estilo de vida sería una dimensión compuesta por elementos físicos, materiales y sociales. Por otra parte, la calidad de vida sería subjetiva y objetiva; sería una propiedad de la persona más que del ambiente en el cual se mueve. La calidad de vida familiar, comunitaria y laboral parecería ser más subjetiva que objetiva (Ardila, 2003).

Existen diversos criterios para medir la pobreza: según el ingreso (una persona es pobre sólo cuando su nivel de ingreso es inferior a la línea de pobreza que se ha definido); de acuerdo con las necesidades (la pobreza es privación de los medios materiales para satisfacer en medida mínimamente aceptable las necesidades humanas, incluidos los alimentos, la necesidad de servicios básicos de salud y educación y otros servicios esenciales que la comunidad tiene que prestar para impedir que la gente caiga en la pobreza) y según las capacidades básicas para funcionar, enfoque según el cual los indicadores pueden variar desde los físicos, como estar bien nutrido, estar vestido y vivir en forma adecuada, evitar las enfermedades prevenibles, hasta logros sociales más complejos como participar en la vida de la comunidad (Guevara, 2011).

El concepto de calidad de vida tuvo su origen en la constatación de que los crecimientos económicos producían consecuencias negativas sobre otras dimensiones de las necesidades humanas y que por tanto, era necesario considerar estas nuevas dimensiones cuando se valoraban proyectos sociales y económicos que se basaban casi exclusivamente

en el incremento de los bienes materiales o monetarios, y despreciaban los efectos que tenían sobre la calidad ambiental o la identidad de los individuos (Torres, 2010).

Si bien el concepto general de calidad de vida es de uso relativamente reciente, el concepto particular de calidad de vida urbana es aún más nuevo y no cuenta con una lectura homogénea y única; por el contrario, cada una de las disciplinas o miradas que lo abordan lo hacen desde su propia perspectiva, a partir de la cual establecen las relaciones entre el concepto y el contexto específico (Torres, 2010).

En ese sentido, recientemente ha sido puesto de manifiesto en España, cómo las personas que practican deporte, informan de una mejor salud y un mayor bienestar; que el deporte es el tipo de actividad física que más contribuye en la mejora de esa percepción y que junto con la edad, la situación laboral y de convivencia, el deporte es una de las cuatro variables que más influyen sobre la percepción de la calidad de vida de la población joven, adulta y mayor (Pérez *et al.*, 2012).

El concepto de calidad de vida introduce una valorización de deseos de los grupos sociales, pudiendo convertirse en una referencia para superar diferencias, permitiendo comparaciones por medio de indicadores. Para definir la calidad de vida como la suma de las condiciones económicas, ambientales, científico-culturales y políticas colectivamente construidas y puestas a disposición de los individuos, incluyendo la accesibilidad a la producción y al consumo, el acceso a los medios de cultura, ciencia y arte, además de la existencia de mecanismos de comunicación e información, asegurando agua y aire limpios, salubridad ambiental, alimentos saludables y ecosistemas naturales (Herculano, 1998, Keinert 2012 en Gomes 2019).

Leva (2005) sostiene que la calidad de vida está basada en un grupo de estándares y constituye algo no necesariamente relacionado con la salud o los cuidados médicos; pues es necesario considerar elementos más integrales, sociales e institucionales tales como las condiciones laborales, los ingresos, el hogar, la satisfacción de los servicios públicos, la contaminación atmosférica, la seguridad ciudadana, la satisfacción con sus gobernantes, las creencias religiosas, el amor, el respeto, la libertad, la igualdad, las condiciones medioambientales, que no son responsabilidad directa de la salud o los cuidados médicos como lo expresa (Robaina, 2011).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, en Alcántara 2008) señala la calidad de vida es: "la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno".

Por lo tanto, este aumento de población de las ciudades, unido al modelo de urbanización dispersa de baja densidad, presenta, entre otras consecuencias, el aumento de la movilidad y de la longitud de los desplazamientos con el consiguiente impacto ambiental por emisiones, infraestructuras, congestión de tráfico en las vías principales y las que dan acceso al centro, así como dificultad en la atención a las necesidades de transporte de las áreas dispersas, extensas y alejadas.

El mantenimiento de la calidad de vida en las ciudades, se entiende como un concepto complejo de bienestar que aúna múltiples dimensiones desde la perspectiva de la sostenibilidad urbana; es decir, la capacidad de las ciudades para ofrecer servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los miembros de una comunidad sin poner en peligro a lo largo del tiempo la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios.

Gómez, (2019) indica que una primera definición general considera la calidad de vida como "el grado en que una sociedad posibilita la satisfacción de las necesidades de los miembros que la componen, las cuales son múltiples y complejas". El carácter multidimensional de la definición y establece determinantes: "calidad de vida es una noción plural, ajustada a cada contexto, constituida por múltiples factores inscriptos en diversas dimensiones temáticas de la realidad. Calidad de vida afecta a cada individuo frente a sus contextos micro y macro comunitarios de articulación social y es determinado por: 1) las modalidades ponderadas de asociación entre las necesidades objetivas y las demandas subjetivas específicas de la vida urbana, y 2) las potencialidades, condiciones y niveles relativos de accesibilidad a la satisfacción de las mismas".

Leva, (2005) sugiere adicionar la siguiente diversidad de indicadores de calidad de vida existente:

Aguas residuales: tratadas, Volumen de agua extraída por sector de la economía, residuos sólidos urbanos reciclados, área de reserva no urbanizable, % del presupuesto destinado a implementación de producción limpia, % de industrias con implementación de tecnologías limpias, % de industrias con utilización de energías alternativas, % de industrias con internalización de costos ambientales, % de inversión pública y privada en controles de la contaminación; Ruido: Intensidad del ruido.

Espacios verdes: Espacios verdes públicos por habitantes; Calidad del aire: Días con índice de calidad del aire bueno o muy bueno, Concentración de gases contaminantes en puntos críticos, Distribución porcentual de la contaminación del aire según las fuentes.

Infraestructura: población urbana con acceso a servicios, % del presupuesto municipal ejecutado en el mejoramiento y construcción de infraestructura básica, % del presupuesto municipal destinado a la obra pública de uso colectivo, número de industrias recicladoras, recuperadoras; equipamiento cultural: bibliotecas de acceso público, galerías de arte, museos.

Equipamiento deportivo: clubes, piscinas, otras instalaciones deportivas; patrimonio: áreas clasificadas como “Patrimonio Mundial de la Humanidad”, monumentos declarados de interés público, Espacios públicos recalificados; Equipamiento educativo: Establecimientos de enseñanza básica y secundaria, Computadoras en establecimientos de enseñanza básica o secundaria, conectas a Internet.

Equipamiento social y de salud: Capacidad de los jardines infantiles por, jardines maternos, hogares de ancianidad, hospitales, Médicos; Movilidad: Lugares disponibles en parques de estacionamiento, Cantidad promedio de obstáculos al peatón cada 100 metros: Velocidad media en transporte individual, Velocidad media en transporte público, Número de pasajeros movilizados por kilómetro, % de vehículos de transporte público masivo, % del presupuesto municipal para obras de infraestructura vial y de transporte, Inversión en

proyectos de eficiencia y sostenibilidad del sistema de transporte público, Nodos de transporte de larga distancia.

Dotación de comercios y servicios: Comercios minoristas, Instituciones bancarias y servicios financieros, Hoteles y restaurantes, Viviendas localizadas en sectores no residenciales, % de inversión municipal destinada a programas de mejoramiento de la vivienda.

Entre otros indicadores de la calidad de vida acerca de aspectos socio económicos son: dinámica cultural, educación, población, seguridad.

Participación ciudadana: asociaciones de voluntarios, asociaciones culturales y recreativas, asociaciones deportivas, % de inversión en capacitación para la participación, mujeres electas para cargos públicos locales, votantes que ejercieron el derecho en las últimas cuatro elecciones, grupos políticos activos / población en edad de votar, % del presupuesto municipal destinado al apoyo de iniciativas de programas y proyectos promovidos por la comunidad, número de proyectos presentados por la comunidad / total de proyectos aprobados por la ciudad, número de proyectos ejecutados presentados por la comunidad / total de proyectos presentados por la comunidad.

Adicionalmente otros indicadores refieren a la participación gubernamental, participación no gubernamental, problemas sociales, salud, economía y consumo, mercado de trabajo, mercado de vivienda, dinamismo económico, tomas de decisiones y control, innovación y competencia, pobreza urbana (Leva, 2005).

1.5. El bienestar social y la justicia ambiental en áreas metropolitanas: La marginación

El bienestar social resulta de una serie de factores que tienen un peso desigual, dado que su importancia está en relación con la población de referencia, por lo que se presentan algunos problemas en relación de criterios y en el peso específico que se debe asignar en la confección del índice de calidad de vida. Ello produce una valoración desigual de los elementos integrantes de la calidad de vida. Su dependencia de los niveles de ingreso es evidente, ya que condiciona la jerarquía de las necesidades humanas, pero también influye

en la valoración de otras variables como la posición de la persona en el ciclo vital familiar o su pertenencia a un grupo religioso o ideológico (Bordeiras, 2011).

El desarrollo se podría definir como el desplazamiento ascendente de una sociedad a lo largo de un continuum en cuyos extremos estarían, por un lado, las sociedades más avanzadas y, por el otro, las más atrasadas. Por avance o atraso se entiende un conjunto de bienes y prácticas que tienen que ver con la tecnología, la productividad, la afluencia y la mayor distancia respecto a la mera supervivencia. El desarrollo social, en cierta forma, sería el resultado de la mejora de los índices colectivos de bienestar como esperanza de vida, mortalidad infantil, ingreso disponible, ingesta calórica o acceso a servicios sociales; es decir, todo lo que significa que los grupos humanos vivan más, tengan mayor goce de bienes de consumo y sufran menos las penalidades impuestas por los embates de la naturaleza, la enfermedad y los riesgos (Uribe, 2004).

Otras maneras de medir la pobreza incluyen el cálculo del consumo individual a partir de las encuestas de hogares y la determinación de las necesidades básicas insatisfechas a partir de variables aproximadas como estado de la vivienda, nivel educativo y hacinamiento. Pero el tema de la medición de la pobreza es materia propia de otra serie de reflexiones (Uribe, 2004).

Actualmente el concepto de Ecología y Ambiente con relación a la Salud y Calidad de Vida se ha hecho significativamente más complejo, incorporando relaciones tales como los ingresos reducidos, la educación limitada, el empleo incierto, la desocupación estructural, la vivienda inadecuada, el hacinamiento, la falta de instalaciones sanitarias básicas, la promiscuidad, la exposición a diferentes organismos patógenos y contaminantes, entre otros. El riesgo de accidentes y violencia genera condiciones que fomentan la alienación, el desequilibrio psíquico y la injusticia social. La opresión y falta de responsabilidad de los sectores gubernamentales y del estado actual para proteger el bien común, agudizan la crisis ecológica y los problemas de salud de la población (Baldi *et al.*, 2005).

Arranz, (2012) señala que es importante que al planificar los nuevos desarrollos se valoren estos aspectos ya que, crear nuevas zonas urbanas con deficiencias, implica un descenso en la calidad de vida de los ciudadanos, obligando a una mayor movilidad y aumentando las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

Un efecto sinérgico de procesos sociales que se derivan de modelos globales, desarrollados e instrumentados en diversos países, en los que la localización y la explotación del territorio propician su modificación y en la mayoría de los casos, su deterioro ambiental, lo que puede aumentar la constante amenaza del riesgo de desastres. Entonces, la sociedad puede convertirse en la generadora de una nueva gama de amenazas, por lo que se torna un tanto difícil concebirlos o llamarlos “naturales” y se les asigna la definición de riesgos “socionaturales”, contruidos sobre los elementos de la naturaleza, desde luego, pero su concreción es producto de la intervención humana que en definitiva, se asocia directamente con una creciente y acumulativa construcción material del riesgo de desastre. Desde esta perspectiva se reconoce la importancia del medio, pero no como medio natural o ecosistema, sino el medio como producto de una compleja relación, las formas particulares entre los elementos del soporte ofrecido por la “naturaleza” (tierra, agua y aire) y el ambiente fabricado socialmente (la ciudad y sus estructuras físicas, patrones sociales y culturales) (Lavell, 1996 en Campos, 2015).

Se han dado nuevos desarrollos urbano-espaciales que cambiaron la escala geográfica de la segregación socio-territorial, y al mismo tiempo, disminuyeron las diferencias de polarización entre la ciudad rica y la ciudad pobre. A gran escala se puede destacar un proceso de mezcla social, mientras a nivel micro se refuerza el patrón segrega. Este principio de fragmentación territorial también determina la dispersión de infraestructura y funciones urbanas. (Sabatini, Cáceres y Cerda, 2001; Borsdorf, Bähr en Janoschka, 2002).

Las urbanizaciones privadas existían desde hace muchos años, pero recién en los '90 estos artefactos se convierten en el factor primario de la expansión espacial. Un sector cada vez mayor de la población vive en áreas residenciales no accesibles para personas ajenas a las mismas e incluso para funcionarios del Estado. Este desarrollo implica un nuevo aspecto cualitativo, que conduce a un creciente aislamiento de espacios urbanos y a la difusión de las llamadas "atmósferas de club". En el caso de la clase media y alta, el aislamiento es el resultado de proyectos inmobiliarios privados. En cambio, la privatización mediante el levantamiento de cercas por mano propia y la construcción de mecanismos de control abarca todas las clases sociales. El Estado es reemplazado gradualmente como

organizador de la seguridad y de servicios urbanos por la iniciativa privada de todos los sectores de la población (Janoschka, 2002).

1.5.1. La Justicia Ambiental

La justicia ambiental se refiere a la distribución de los beneficios y los daños entre individuos, grupos sociales, regiones e incluso países, y a las cargas financieras y otras ligadas a las políticas ambientales prevención de riesgos, modelos de gestión, recomposición de ambientes dañados. No se trata solo de estimar los efectos negativos de un ambiente degradado, sino también de definir cuáles serán los medios políticos y las regulaciones necesarias para remediar la situación, es decir, quién va a pagar por la recomposición y cómo se llevarán a cabo estas medidas (Merlinsky, 2018).

Romero, (2010) aclara que desde el punto de vista de la ecología política y la justicia ambiental, considerándolos como problemas complejos siconaturales se examinan las relaciones espaciales entre crecimiento físico de la ciudad y sus impactos en el medioambiente, entre éstos y la distribución de los grupos socioeconómicos.

La justicia espacial y la justicia ambiental, son dos conceptos similares en cuanto ambos se vinculan con la justicia social propuesta por John Rawls (1971) en Campos *et al.* (2015).

Espinosa (2012) argumenta de este modo, en un antropologismo débil se podría ubicar a la tercera vertiente señalada, que comprende el 'Ecologismo de los pobres' y el 'Movimiento por la Justicia Ambiental'. A pesar de sus orígenes diferentes, ambos movimientos tienen grandes similitudes y tratan de responder a un mismo problema: la falta de equidad en el acceso a los recursos naturales y en la carga de contaminación, en perjuicio de las poblaciones más vulnerables (ya sea por su origen étnico, su nivel de ingresos, su posición en la economía mundial, etc.) En otras palabras, son situaciones de conflictos ecológicos distributivos, que constituyen el objeto de estudio de un campo interdisciplinar de reciente creación, la Ecología Política. Antes de entrar en el análisis del movimiento de Justicia Ambiental es conveniente apuntar de dónde surge y en qué consiste la Ecología Política, pues aporta una base teórica fundamental para comprender esta lucha ecológica y otras similares.

McCauley, (2018) señala que la justicia climática ha permitido a los investigadores reflexionar explícitamente sobre distribución de riesgos y responsabilidades (Barrett, 2013; Olawuyi, 2016; Shaw, 2016; Thorp, 2014). El cambio climático implica lo que se conoce como "una doble desigualdad" (Barrett, 2013: 1819), donde la distribución de riesgo y responsabilidad son inversos. El Norte Global es responsable de la gran parte de las consecuencias negativas asociadas con el clima cambian pero siguen siendo los menos afectados. Por el contrario, el Sur Global es menos responsable de tales consecuencias, pero está listo para experimentar las consecuencias importantes a través de los impactos sobre los medios de vida, los activos y la seguridad (Schlosberg, 2017; Meyer y Sanklecha, 2017). Distribucional por lo tanto, las injusticias se desvinculan conceptualmente de la proximidad como un elemento central.

Explorar más ampliamente las formas en que as desigualdades se distribuyen en todo el mundo, ya no están vinculadas a proximidad geográfica. La identificación de dónde se encuentran los riesgos y las responsabilidades se presta directamente a explorar dónde los más vulnerables comunidades y cómo se adaptan. Además, han inspirado la ampliación de lo que se entiende por justicia procesal en cuatro formas principales a través del desarrollo de (a) resiliencia y adaptación (b) de la protesta a la aceptabilidad (c) la cadena de suministro y las prácticas de sistemas completos (d) y comportamientos (McCauley, 2018)

Ramírez *et al.*, (2015) destaca que la justicia ambiental se define comúnmente como la distribución de peligros ambientales y acceso a todos los recursos naturales; incluye igual protección contra las cargas, participación significativa en las decisiones, y trato justo en el acceso a los beneficios. El movimiento por la justicia ambiental surge en Estados Unidos en la década de 1980, como resultado de un movimiento popular en contra de la instalación de un vertedero de sustancias en la provincia de Warren, Carolina del Norte, la cual era habitada en su mayoría por gente de color, quienes al verse rebasados por la decisión gubernamental, optaron por las protestas de resistencia pacífica para que se respetase su derecho a la salud y a un medio ambiente sano, comenzando a acuñarse el término de justicia ambiental, respecto al desarrollo, implementación y cumplimiento de las leyes, reglamentos y políticas ambientales". A través de un enfoque en alertar, educar y movilizar pública a la distribución desigual, los riesgos y beneficios ambientales, y también para

asegurar la participación significativa de las comunidades afectadas en la toma de decisiones, representa preocupaciones de justicia procesal y distributiva.

1.5.2. La Marginación

Breman *et al.*, (2010) plantea que el uso de la tierra y comunidades rurales en el sentido más amplio del desarrollo regional y rural política. La preocupación por los procesos de marginación se relaciona no solo con el futuro hacia la agricultura misma en su función de producción, pero también a una gama mucho más amplia de productos relacionados temas como la dinámica socioeconómica de un área, la pérdida o simplificación de la cultura paisajes (Meeus 1990; Vos *et al.*, 1999; Pinto-Correia y Vos, 2004), abandono de tierras, y disminución de la biodiversidad (Baldock y Bennett, 2002). Sin embargo, sería engañoso sugerir que estas múltiples dimensiones de la marginación siempre están interrelacionadas. En este artículo, utilizamos los casos de Portugal y Finlandia, para argumentar que el concepto de marginación debe desenredarse para permitir una mejor comprensión de la diversificación desarrollo de regiones rurales.

Se utilizó un conjunto de indicadores como sustitutos para describir y Analizar la marginación. Se utilizaron indicadores cuantitativos para analizar las siguientes categorías: ambiental, paisajístico, biodiversidad, económica, demográfica, social y política. Además, en cada país, se realizaron talleres de partes interesadas para discutir la marginación con agricultores, organizaciones de agricultores y de desarrollo rural, locales autoridades públicas, ministerios y ONG. Los resultados mostraron que, de todos los países estudiados, las zonas rurales de Finlandia y Portugal eran las más vulnerables en términos de marginación. En este artículo se utilizaron estos dos países para obtener una comprensión más sofisticada de este proceso de desarrollo regional (Breman *et al.* 2010).

Por otra parte, desde 1990 la CONAPO (2016) definió a la marginación como un fenómeno complejo y multidimensional por un lado, expresa la dificultad para propagar el progreso en el conjunto de la estructura productiva, y por otro, se manifiesta en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios. Este fue el segundo ejercicio que permite valorar los avances relacionados con la marginación, mediante la generación de una medida comparable en el tiempo, sintética y que permite resumir los

indicadores socioeconómicos. La aplicación de este método mantiene fijas las ponderaciones de cada indicador.

La finalidad del índice absoluto de marginación es comparar y evaluar los cambios en el tiempo. Debe señalarse que se calcularon nuevamente los indicadores socioeconómicos de las viviendas particulares habitadas del 2000 para garantizar la comparabilidad con los del 2010, sin que ello signifique cambios radicales con los valores obtenidos en el ejercicio de marginación absoluta 1990-2000 (CONAPO, 2016).

Por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo. Se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar.

Los indicadores socioeconómicos empleados en este ejercicio tienen como base las estimaciones de los índices de marginación del año 2010; la fuente fue el Censo de Población y Vivienda 2010, los cuales presentaron pequeñas modificaciones en las variables que conforman los indicadores. A continuación, se expone la definición de las variables y los indicadores socioeconómicos requeridos para el cálculo del índice absoluto de marginación a nivel estatal y municipal, enfatizando las diferencias y concordancias que garantizan la comparabilidad de los indicadores socioeconómicos.

INEGI, (2010) considera los siguientes conceptos y variables censales a continuación:

Condición de alfabetismo. Se refiere a la población de 15 años y más de edad que declara saber leer y escribir un recado. Esta condición se clasifica en alfabetas, analfabetas y no especificados. Así, la población analfabeta es aquella que con 15 años o más de edad no sabe leer ni escribir un recado. Esta variable es idéntica en ambos censos.

Nivel educativo. Cada una de las etapas que conforman el Sistema Educativo Nacional. Los niveles son: preescolar, primaria, secundaria, estudios técnicos o comerciales con primaria terminada, normal básica, estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada, preparatoria o bachillerato, estudios técnicos o comerciales con preparatoria

terminada, profesional, maestría y doctorado. El nivel educativo, desagregando los grados aprobados en secundaria, se clasifica en:

- Sin escolaridad
- Preescolar
- Primaria con:
 - un grado aprobado
 - dos grados aprobados
 - tres grados aprobados
 - cuatro grados aprobados
 - cinco grados aprobados
 - seis grados aprobados
 - no especifica el último grado aprobado en el nivel primaria
- Estudios técnicos o comerciales con primaria terminada
- Secundaria
- Educación posbásica
- No especifica el nivel de instrucción

Con el fin de mantener la comparabilidad entre los censos, en 2010 se sumaron los rubros sin escolaridad y preescolar. En ambos censos se realizó el prorrateo⁶ de la población que declaró haber aprobado algún grado en el nivel primaria, sin especificar cuál fue el último grado aprobado.

Vivienda. Espacio delimitado generalmente por paredes y techos de cualquier material, con entrada independiente, construido para la habitación de personas, o que al momento del levantamiento censal era utilizado para vivir. Las viviendas se clasifican según su tipo en particulares y colectivas: las particulares son aquellas destinadas, construidas o adaptadas para el alojamiento de personas que forman hogares; las colectivas son las viviendas que proporcionan alojamiento a personas que comparten o se someten a normas de convivencia y formas de vida por motivos de salud, educación, disciplina, religión, trabajo y asistencia social, entre otros, y que en el momento del levantamiento tiene residentes habituales.⁷ Las clases de vivienda consideradas para viviendas particulares incluyen:

1. Casa independiente

2. Departamento en edificio
3. Vivienda en vecindad
4. Vivienda en cuarto de azotea
5. Local no construido para habitación
6. Vivienda móvil
7. Refugio

Drenaje. Sistema de tuberías que permite desalojar de la vivienda las aguas utilizadas en el excusado, fregadero, regadera u otras instalaciones similares. También se le conoce como cañería, caño, resumidero o albañal.⁸ La disponibilidad de drenaje distingue a las viviendas particulares habitadas según la existencia de drenaje o no.

- Dispone de drenaje
- Lugar de desalojo:
 - Red pública
 - Fosa séptica
 - Tubería que va a dar a una barranca o grieta
 - Tubería que va a dar a un río, lago o mar
- No tiene drenaje
- No especificado

Excusado. Instalación sanitaria destinada al desalojo de los desechos humanos. También se le conoce como retrete, sanitario, letrina u hoyo negro. La disponibilidad de excusado distingue a las viviendas particulares según la existencia de una instalación sanitaria para el desalojo de los desechos humanos y se clasifica en:

- Dispone de excusado:
 - Tiene descarga directa de agua
 - Le echan agua con cubeta
 - No se le puede echar agua
 - No especificado
- No dispone de excusado
- No especificado

Asimismo, en el ejercicio 2000 se realizó el cambio de este indicador considerando únicamente la disponibilidad de sanitario, con lo que se busca una mayor comparabilidad entre 2000 y 2010, sin perder de vista que el cambio no afecta la precisión de la variable.

Energía eléctrica. Distinción de las viviendas particulares habitadas según la existencia de luz eléctrica, independientemente de la fuente de donde provenga. Según su disponibilidad, las viviendas se clasifican entre las que disponen de energía eléctrica y aquellas que no disponen de energía eléctrica.

Agua. Clasificación de las viviendas particulares habitadas según la forma en la que los ocupantes se abastecen de agua para consumo personal y doméstico. Conforme el acceso de los ocupantes de las viviendas al agua, éstas se clasifican en:

- Agua entubada dentro de la vivienda
- Agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno
- Agua entubada de llave pública (o hidrante)
- Agua entubada que acarrean de otra vivienda
- Agua de pipa
- Agua de pozo, río, lago, arroyo u otra,
- No especificado

Dormitorio. Cuarto de la vivienda que se utiliza para dormir, independientemente de que también se realicen otras actividades. La clasificación empleada en el Censo 2000 y en el Censo 2010 es similar.

Material en pisos. Clasificación de las viviendas particulares según el elemento predominante en los pisos, el cual se clasifica en:

- Tierra
- Cemento firme
- Madera, mosaico u otro recubrimiento
- No especificado

Guillén (1990) considera a los servicios públicos como un indicador de marginalidad social y, en un contexto más amplio, como un indicador de desigualdad social, Al igual que el

ingreso, los servicios públicos se distribuyen inequitativamente entre la población: no sólo espacialmente, sino también entre los distintos estratos sociales. Como norma, quienes carecen de ellos son los sectores de menores ingresos, quienes adicionalmente tienen menor acceso a la educación, a la salud y, en general, al resto de los indicadores de bienestar. De esta manera, la marginalidad de los servicios públicos puede ser comprendida como una de las caras de la marginalidad social. A diferencia de un indicador básico como es el ingreso, esta forma de la desigualdad social no se encuentra directamente relacionada con el mercado, sino más íntimamente con las instituciones gubernamentales. Sobre todo si se consideran las particularidades políticas e ideológicas del sistema de dominación en México que atribuye directamente al aparato gubernamental la responsabilidad de esas áreas de atención social. La marginalidad de los servicios públicos, desde esta lógica, refleja también la orientación social de los gobiernos, su orden de prioridades en la atención a las necesidades básicas de la población.

1.5.3. Análisis FODA

Ramírez, (2002) indica una herramienta que ayuda en el proceso de análisis de la operación de una empresa es el análisis situacional también conocido como diagnóstico FODA por sus siglas (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), ya que es la herramienta apropiada para conocer las condiciones reales de actuación de una empresa, que facilita un buen diagnóstico y evaluación en el proceso de planeación estratégica, y dada su importancia, en el presente ensayo se presenta un procedimiento para realizar un análisis FODA en una forma objetiva y de fácil aplicación para cualquier tipo de organización.

El diagnóstico situacional FODA es una herramienta que posibilita conocer y evaluar las condiciones de operación reales de una organización, a partir del análisis de esas cuatro variables principales, con el fin de proponer acciones y estrategias para su beneficio. Las estrategias de una empresa deben surgir de un proceso de análisis y concatenación de recursos y fines, además ser explícitas, para que se constituyan en una “forma” viable de alcanzar sus objetivos (Ramírez, 2002).

Ibídem, (2002) La administración de una organización debe visualizar por igual y de manera oportuna tanto sus debilidades y fortalezas, como sus oportunidades y amenazas, aunque

como es de suponerse unas serán más deseables que otras. Cabe señalar que cada caso es específico y los análisis deben ser trajes únicos a la medida, y por ejemplo que no se deben confundir las oportunidades generales que ofrece un sector productivo, con las posibilidades particulares de aprovecharlas por parte de una organización.

Díaz, (2005) explica una vez completada la fase de levantamiento de la información, sigue el análisis. Se valora la información indica algo que ayudara a la organización en el logro de sus objetivos (una fuerza u oportunidad), así como la identificación de obstáculos que deben ser vencidos y reducidos hasta donde sea posible para alcanzar resultados deseados (una debilidad o una amenaza).

1.5.4. Análisis del Enfoque del Marco Lógico.

Ortegón *et al.* (2015) definen la metodología marco lógico contempla como factor importante la participación de los principales involucrados desde el inicio del proceso, por lo tanto identificar los grupos y organizaciones que pudieran estar directa o indirectamente relacionados con el problema y analizar su dinámicas y reacciones frente al avance del proyecto, permitirá darle mayor objetividad al proceso de planificación y concitar acuerdos entre involucrados, al considerar diversos puntos de vista y fomentar un sentido de pertenencia por parte de los beneficiarios.

A pesar de que el análisis de involucrados se presenta antes del análisis del problema con el objeto de clarificar a quiénes debe involucrarse para participar en dicho análisis, está presente a lo largo del diseño y de la ejecución del proyecto jugando un papel importante en la selección de las estrategias y en el monitoreo y evaluación del mismo. Cada etapa del proyecto puede presentar una dinámica diferente de los involucrados, por lo que es importante conocer dichas dinámicas o reacciones a medida que avanza el proyecto y generar estrategias acordes (Ortegón *et al.* 2015).

Ibídem *et al.*, (2015) incluyen los indicadores utilizados para medir un objetivo pueden ser cualitativos o cuantitativos. La decisión de seleccionar un indicador cualitativo o cuantitativo depende de la naturaleza del objetivo que se evalúa. Por ejemplo, cuando se mide eficiencia es más apropiado utilizar indicadores cuantitativos. En cambio cuando se evalúa

sostenibilidad los indicadores cualitativos tienen mayores ventajas, debido a que permiten valorar la capacidad de adaptación de los beneficiarios a los cambios introducidos por la intervención (UNDP). En algunos casos, la combinación de indicadores cuantitativos y cualitativos es necesaria. Por ejemplo, en el caso de la pobreza, algunas evaluaciones han utilizado medidas cuantitativas como las líneas de pobreza, y paralelamente han aplicado métodos cualitativos que capturan la percepción de los beneficiarios sobre su calidad de vida.

Medina, (2009) expresa que el Enfoque del Marco Lógico (EML), la cual es efectiva para la planificación y la gestión de proyectos, EML, consiste en varios componentes que se aplican a cierta situación, con el fin de obtener información clave para diseñar un proyecto y estructurar sus principales elementos de manera sistemática y lógica. El EML, ayuda a clarificar el propósito de un proyecto, analiza su puesta en marcha, permite darle seguimiento y ayuda a medir sus éxitos, también de una manera de pensar y es conveniente aplicarlo participativamente para diseñar un proyecto.

Para ello se recurre a un modelo llamado árbol de problemas (ADP). Este es un diagrama de flujo que presenta una visión general e integrada de los principales problemas de la situación en cuestión, con relación de efectos establecidos. Para el desarrollo, se identifica un solo problema central, el cual es el que generalmente más causas y efectos inmediatos tiene. Seguidamente debajo del problema que se muestran sus causas inmediatas; arriba de él se encuentran sus efectos inmediatos, a los que se les llama, respectivamente, causas y efectos primarios. Navegando en el ADP hacia abajo del problema central, cada causa primaria se considera como un efecto resultante de una o de varias causas (a las que se les llama causas secundarias). Similarmente, se puede determinar las causas terciarias de cada causa secundaria y así sucesivamente (Medina, 2009).

Ibíd. (2009) sugiere una manera de elaborar el árbol de problemas es la siguiente:

- a. Los problemas se determinan en una lluvia de ideas, realizadas por un grupo.
- b. Se identifica cuál de ellas es el problema central.
- c. Posteriormente se construyen las relaciones de causalidad entre los principales problemas.

- d. Para construir el árbol, parte del problema central (hacia arriba y hacia abajo) para ir describiendo las relaciones de causalidad (cuando dos o más causas combinadas producen un mismo efecto, se colocan una alado de la otra debajo del efecto en cuestión; se produce de manera similar cuando una causa tiene dos o más efectos inmediatos).
- e. Se revisan todas las relaciones de causalidad para asegurarse de que tengan sentido.

1.6 Modelos de evolución de las ciudades

Entender la noción de espacio público como ideología es concebirlo como una relación social, más que como un espacio físico. Es decir, lo que se estructura en un escenario que bien podría ser la plaza, el parque o la calle, transgrede su funcionalidad explícita y se desarrolla en la conexión de las experiencias y relaciones de cada individuo o grupo que camina, sueña o se manifiesta por allí (Carrión 2007 en Arias *et al.* 2016).

En relación, con los Mapas Sociales Urbanos Buzai, (2003), muestra su representación cartográfica realizada en cortes naturales con la finalidad de respetar la estructura interna de la variable estudiada. La utilización de cinco categorías socioespaciales muestra condiciones de favorabilidad con la siguiente clasificación: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, las cuales, en el sentido del beneficio, disminuyen claramente desde el centro a la periferia de la ciudad.

Los mapas sociales urbanos son una excelente herramienta para comprender y planificar la ciudad. La Geografía, como ciencia espacial, utiliza métodos cuantitativos para su creación. La posibilidad de digitalización con base en el globo terráqueo virtual (GTV), la aplicación de software de análisis estadístico (método *cluster analysis*), Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) apoyan perfectamente esta tarea.

Buzai, (2014) en su trabajo, valiéndose de estos recursos analiza los mapas sociales de la ciudad de Luján en 1991, 2001 y 2010, lo cual demuestra que el modelo espacial de la ciudad se presenta consolidado en las últimas dos décadas. Con la finalidad de realizar el procedimiento de análisis multivariado fueron desestimadas aquellas variables neutras

utilizadas oportunamente como variables globales de base para el cálculo de los datos que llevaron a la conformación de la MDI: valores totales de población, varones, mujeres, hogares, viviendas y de los diferentes grupos de edades. De esta manera el análisis fue realizado tomando 17 variables y la aplicación del *cluster analysis* a partir del método formulado por Ward (1963) con distancias multivariadas a partir del cálculo del coeficiente de Pearson brindó un claro resultado.

1.6.1. Modelo Inductivo descriptivo

La investigación y las políticas sobre la dimensión territorial de los fenómenos sociales recurren de manera creciente a las representaciones cartográficas. El tema estudiado no es la excepción y se aplica en el análisis de mapas de marginación, pobreza, exclusión, división social del espacio, segregación urbana y otros fenómenos relacionados, todos proyectados en dos dimensiones en el papel o en el monitor.

La sistematización de Buzai, (2003) orientada a cubrir un amplio espectro de temas dentro del marco de la información disponible, en este sentido se seleccionan variables que permitan obtener indicadores de aspectos demográficos, de pobreza, educacionales, de habitación, del régimen de tenencia de la vivienda, del tipo de vivienda y de la infraestructura de servicios.

El inductivo la conclusión se alcanza observando ejemplos y generalizando de ellos a la clase completa. Si desea estar absolutamente seguro de una conclusión inductiva, el investigador tiene que observar todos los ejemplos. En el sistema de Bacon identifica este procedimiento recibe el nombre de inducción perfecta, la cual requiere que el investigador examine todos los casos del fenómeno. Para asegurarse de que todos los conejos tienen pulmones, necesita observar todos los conejos vivos, de los que vivieron antes y de los que van a nacer. En la práctica esto no suelo ser factible, por lo que deberá confiarse en la inducción imperfecta que se basa en observaciones incompletas (Newman, 2006).

1.6.2. Modelos Deductivos

El razonamiento deductivo e inductivo es de gran utilidad para la investigación. La deducción permite establecer un vínculo de unión entre teoría y observación y permite deducir a partir

de la teoría, los fenómenos objeto de observación. La inducción conlleva a acumular conocimientos e informaciones aisladas (Newman, 2006).

De acuerdo con Buzai, (2014) menciona otra fuente de conocimiento es el razonamiento deductivo, cuando el hombre tiene unificación de las ideas, se tiene el concepto de veracidad. Los filósofos griegos hicieron la primera contribución de importancia al desarrollo de un método sistemático para descubrir la verdad. Aristóteles y sus discípulos implantaron el razonamiento deductivo como un proceso del pensamiento en el que, de afirmaciones generales, se llega a afirmaciones específicas aplicando las reglas de la lógica. Es un sistema para organizar hechos conocidos y extraer conclusiones, lo cual se logra mediante una serie de enunciados que reciben el nombre de silogismos, los mismos comprenden tres elementos: a) la premisa mayor, b) la premisa menor y c) la conclusión. He aquí un ejemplo: a) todos los hombres son mortales (premisa mayor), b) Sócrates es hombre (premisa menor); por lo tanto, c) Sócrates es mortal (conclusión).

Si las premisas del razonamiento deductivo son verdaderas, la conclusión también lo será. Este razonamiento permite organizar las premisas en silogismos que proporcionan la prueba decisiva para la validez de una conclusión; generalmente se suele decir ante una situación no entendida “Deduzca”, sin embargo, el razonamiento deductivo tiene limitaciones. Es necesario empezar con premisas verdaderas para llegar a conclusiones válidas (Newman, 2006). El razonamiento deductivo puede organizar lo que ya se conoce y señalar nuevas relaciones conforme pasa de lo general a lo específico, pero sin que llegue a constituir una fuente de verdades nuevas.

Adviértase que en el razonamiento deductivo primero deben conocerse las premisas para que pueda llegarse a una conclusión, mientras que en el inductivo la conclusión se alcanza observando ejemplos y generalizando de ellos a la clase completa. Si desea estar absolutamente seguro de una conclusión inductiva, el investigador tiene que observar todos los ejemplos. En este sistema Bacon identifica este procedimiento que recibe el nombre de inducción perfecta, la cual requiere que el investigador examine todos los casos del fenómeno.

Su representación cartográfica fue realizada en cortes naturales con la finalidad de respetar la estructura interna de la variable. La utilización de cinco categorías socioespaciales muestra condiciones de favorabilidad con la siguiente clasificación: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, las cuales, en el sentido del beneficio, disminuyen claramente desde el centro a la periferia de la ciudad.

Newman, (2006) agrega si las premisas del razonamiento deductivo son verdaderas, la conclusión también lo será. Este razonamiento permite organizar las premisas en silogismos que proporcionan la prueba decisiva para la validez de una conclusión; generalmente se suele decir ante una situación no entendida “Deduzca”, sin embargo, el razonamiento deductivo tiene limitaciones. Es necesario empezar con premisas verdaderas para llegar a conclusiones válidas. La conclusión de un silogismo nunca puede ir más allá del contenido de las premisas. Las conclusiones deductivas son necesariamente inferencias hechas a partir de un conocimiento que ya existía. En consecuencia, la indagación científica no puede efectuarse sólo por medio del razonamiento deductivo, pues es difícil establecer la verdad universal de muchos enunciados que tratan de fenómenos científicos. El razonamiento deductivo puede organizar lo que ya se conoce y señalar nuevas relaciones conforme pasa de lo general a lo específico, pero sin que llegue a constituir una fuente de verdades nuevas.

1.6.3. Modelos Evolutivos Urbanos

De acuerdo al modelo conceptual-espacial Buzai (2014) en la ciudad de Luján identificó principalmente anillos y un incipiente sector hacia el Sur. Esto representa un modelo urbano de gran simplicidad.

Las características modelísticas señaladas ponen en evidencia que la ciudad de Luján (Argentina) es un claro ejemplo de la estructura socioespacial urbana de las ciudades de América Latina de tamaño intermedio, ciudades que han tenido un gran dinamismo en las últimas décadas convirtiéndose en los principales nodos de la estructuración de los espacios regionales nacionales.

García (2009) indica que quizás el hecho de que las emigraciones campo-ciudad, territorio-ciudad siempre haya ido por delante generando la necesidad de vivienda, ha determinado que los esfuerzos se hayan dirigido a la planificación residencial. La planificación residencial

tiene como objetivo la creación de suelo para construcción de vivienda para acoger la demanda. Su dimensionado depende fundamentalmente del crecimiento de la población, de la tasa de formación de hogares y de los saldos de migración, junto con una aspiración legítima de mejora en las condiciones de tamaño y calidad de la vivienda.

Presenta en cambio notables ventajas en el ahorro de suelo, energético y en el funcionamiento de la ciudad a nivel de equipamientos e infraestructuras. Su sostenibilidad económica desde el punto de vista de los servicios públicos es evidente. En contrapartida es una ciudad más difícil de diseñar y de organizar. Requiere planeamiento intensivo en la determinación de reservas de espacios libres y servicios para un correcto funcionamiento y una constante atención a las demandas sociales que se generan y que deberán encontrar satisfacción en el propio entorno (García, 2009).

En este sentido se hace evidente la necesidad de disponer de un sistema, una metodología y una estrategia de gestión capaz de tomar y modificar las decisiones y la programación en función de las distintas situaciones generadas en cada momento, para decirlo de forma simplificada en toda su complejidad aplicando la teoría de juegos en la gestión de la programación de la ciudad. En este escenario la redacción o revisión de los planes actualmente vigentes con criterios no expansivos, con criterio de ciudad compacta y con alta calidad de servicios, equipamiento y espacios libres podrían ser una estrategia de salida de la crisis y una forma más sostenible de hacer ciudad. No obstante para conseguir estos objetivos es necesaria una metodología diferente de análisis del planeamiento vigente y de la ciudad construida (García, 2009).

Las fases de evolución de acuerdo a estos modelos son:

1.- El Modelo de Centralidad

Los defensores de la centralización creen que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aumentan las ventajas de los lugares centrales de la ciudad debido a la distribución desigual de las infraestructuras desarrolladas, y mejora las interacciones cara a cara presentadas por grupos industriales en las regiones urbanas. Argumentan que las telecomunicaciones no logran superar las fuerzas de centralización en los lugares centrales de la ciudad (Matus, 2012). Además, el papel de la ciudad central no solo se conserva con innovaciones en el campo de la tecnología, pero también puede aumentar.

Gaspar y Glaeser, (1996) argumentan que los avances en la tecnología de la información aumentan la demanda de todo tipo de interacciones y, en última instancia, el papel de ciudades como centros para diversas actividades e interacciones serán fortificados. Argumentan que el desarrollo de las TIC aumentaría las interacciones cara a cara, y como resultado, el tamaño de la ciudad se hace más grande; su suposición es que las personas que viven en la ciudad usan más las comunicaciones electrónicas.

Existe una enorme presión sobre las ciudades, especialmente sobre los prósperos centros urbanos bajo control central destinados a mantener fuerte el crecimiento económico, capaz de impulsar la continuación del progreso socioeconómico del país. Después de algunas décadas de inexplicable crecimiento y la política de desarrollo urbano en disputa interna, este enlace es ahora enfatizado por el liderazgo político a nivel nacional, dado que su legitimidad y la supuesta estabilidad del país cada vez más descansa en el continuo crecimiento socioeconómico. Al mismo tiempo, el sistema de jerarquía administrativa urbana crea incentivos para líderes del gobierno local con el fin impulsar un fuerte crecimiento de sus ciudades. Esto les permite impulsar su ciudad a una clase superior y ganar crédito político por su logro, así como por obtener poder personal y utilizan su posición para informar actividades económicas como especulación de tierras antes de la reasignación de tierras (De Gregorio, 2015).

Ibidem, (2015) advierte contra un compromiso superficial o no crítico relacionado con la descentralización y las políticas de empoderamiento local para el riesgo de desastres

urbanos. Es importante la gestión, tanto en términos de análisis científico como trabajo práctico. Al mismo tiempo, el documento insta a un examen más detallado de las implicaciones para la gobernanza del riesgo de desastres resultantes de la omnipresente economía política de crecimiento urbano; y expansión que puede ser observado en muchas ciudades secundarias dentro de países sometidos a un proceso de transición urbana.

Muñiz, (2013) aborda que este modelo de descentralización concentrada del empleo ha permitido organizar la dispersión residencial alrededor de los subcentros. Se trata, por tanto, de un proceso de dispersión fuertemente articulado a partir de una estructura básica conformada por subcentros y ejes de transporte. El resultado final es fruto más de dinámicas de mercado, que de la existencia de una planificación urbana coherente a escala regional, aunque es cierto que la política de dotación de infraestructuras viarias y el papel de la administración pública en la promoción de suelo destinado a industrias y servicios han servido a su fin de forma coherente. Sin embargo, hubiera sido deseable la existencia de un urbanismo de escala superior a la municipal capaz de coordinar las políticas de suelo, vivienda e infraestructuras de transporte, ya que esto hubiera permitido dimensionar mejor los barrios suburbanos, aumentar su densidad y mejorar su acceso al transporte público. Por otro lado, este tipo de planeamiento hubiera permitido frenar el proceso de decadencia de los barrios dormitorio de la primera corona y los procesos de competencia entre los municipios más periféricos, que ha llevado a una promoción excesiva de nuevos espacios residenciales.

2.- Polarización: Periferia (subcentros)

Las Periferias Expandidas son el resultado de una ampliación de la influencia urbana de la gran ciudad más allá de su frontera metropolitana, integrando áreas rurales adyacentes. En estos territorios, una multitud de pueblos distantes y pequeñas ciudades se ven integradas a la influencia cotidiana del complejo metropolitano. Se puede apreciar una creciente influencia funcional de la ciudad principal sobre municipalidades remotas, la cual se ejerce sobre todo a través de importantes transformaciones socioeconómicas y del uso del suelo en la periferia regional. Gran parte del crecimiento en estas municipalidades se deriva de flujos centrífugos del núcleo metropolitano, así como de una moderada migración directa a

esas áreas que se origina en otras zonas periféricas, y que en menor medida proviene de más lejanas localizaciones de la misma región (Aguilar, 2002).

Ibíd., (2002) explica que las ciudades se entienden como expresión de la concentración y polarización económica; en este sentido las economías crecientes de escala desempeñan un papel preponderante en la concentración urbana, ya que una empresa por grande o pequeña que sea, prefiere abastecer su mercado principal desde un lugar único para minimizar los costos de transporte, principalmente. En el caso de que una empresa decida abrir varios establecimientos en un espacio regional o nacional, entonces incurre en costos fijos adicionales; de modo que en presencia de rendimientos de escala importantes, la decisión económica más racional consistirá en establecer un único emplazamiento y optimizar la localización en función del tamaño del mercado y las distancias.

Krugman, (1991) plantea el concepto de centro-periferia, éste se emplea en todos los niveles de la escala geográfica (centro y periferia dentro de los límites de un pueblo, de una ciudad, de una región), pero ha tenido éxito particularmente a nivel mundial como equivalente de los binomios mundo desarrollado/mundo subdesarrollado, o norte/sur. Hablar de centro/periferia permite una descripción de la oposición de los lugares, pero sobre todo posibilita proponer un modelo explicativo de esta diferenciación: la periferia está subordinada porque el centro es dominante y recíprocamente, lo cual forma un sistema. Este concepto ha sido utilizado sobre todo en las reflexiones tercermundistas, por lo cual se pudiera pensar que para fines de ilustrar los aspectos que en este espacio interesan, que es lo referente a los sistemas de centros poblados en los niveles regionales y microrregionales, quizá no sería de mucha utilidad, sin embargo, se trata de dar un giro en cuanto a ponderar la importancia que tiene proponer la reactivación de la economía en su conjunto a partir de los centros de integración microrregional.

Krugman, (1991) refiere al caso europeo en donde dice que, a pesar de que existe una cierta relación causal entre periferialidad y renta baja, el aspecto esencial es que en todo caso es una relación inversa, y para ello pone de ejemplo la parte noroeste de Europa que es relativamente rica debido a causas de tipo cultural más que de tipo geográfico; pero más adelante señala que, a pesar de todo, el sistema centro-periferia está ahí: es decir, las

regiones más pobres de Europa también están, en general, relativamente alejadas de los principales mercados.

La concentración geográfica de la economía, por lo regular no se da en un solo lugar, sino más bien existen varios centros en donde cada uno tiene un área de influencia formada por regiones vecinas o cercanas. En este caso se estaría hablando de una distribución espacial de la economía de carácter policéntrico; y en otra parte el autor de referencia precisa que: “si los costes de transporte son bajos, las economías de escala importantes, y el porcentaje que representa la industria, sin necesidad de un tipo concreto de localización en la renta nacional, es grande, el resultado será la formación de un único centro; si se da la situación inversa, no se formará ningún centro en absoluto; los niveles intermedios favorecerán la aparición de estructuras dotadas de múltiples centros” (Krugman, 1991).

Polèse, (2001) argumenta, se puede resumir diciendo que la concentración de la producción en cierta magnitud, es el resultado de la existencia de rendimientos de escala importantes y bajos costos de transporte, indicando que sólo es válido para una parte de la producción, porque si se tratara de concentrar toda la producción en un único lugar también habría que concentrar ahí mismo a los consumidores a fin de que los costos de transporte fuesen igual a cero; sin embargo, esto no es viable debido precisamente a la distribución geográfica de la producción en el territorio que se da por las características antes anotadas. En este contexto, lo más factible es compartir costos fijos entre dos o más empresas o unidades de producción, siendo esta una de las ventajas de la aglomeración urbana, ya que conlleva a obtener mayores ganancias de las que se obtendrían únicamente por las economías de escala internas de cada empresa en lo individual.

Polèse, (2001) complementa al decir que la concentración geográfica de las poblaciones en las ciudades o pueblos se basa en la posibilidad que tienen y buscan los agentes económicos de reducir sus costos de transporte y de interacción social (intercambios territoriales); sin embargo, es necesario señalar que los costos económicos que se requieren para cubrir la distancia no son solamente costos directos de transporte sino como es lógico se necesita invertir tiempo “para superar la fricción del espacio”. Por ello, en la cuantificación de los costos económicos que implica un desplazamiento o viaje para un particular o para

la sociedad, se debe considerar también el valor del tiempo utilizado, es decir, el costo de oportunidad.

Todo gira en torno a la acumulación y movilidad del capital cuyas actividades económicas se desplazan en el espacio geográfico originando procesos de aglomeración, concentraciones urbanas y grandes ciudades; pero también despoblamiento, espacios subutilizados y desarticulaciones territoriales. Efectivamente, es pertinente reconocer que la contraparte del fenómeno de aglomeración y formación y/o consolidación de grandes ciudades, ha sido el despoblamiento y abandono del campo, ya que la lógica del capital dista mucho de tener como prioridad difundir el crecimiento y propender al crecimiento territorial homogéneo, más bien la formación de las grandes ciudades ha originado un fenómeno paralelo de polarización de los territorios, y su crecimiento se basa en la transferencia de valor desde el campo o sector agrícola, hacia las ciudades o más propiamente hacia el sector industrial (Polèse, 2001).

Ibíd., (2001) Este proceso toma sentido en el territorio articulándose a través del sistema de ciudades, con la salvedad de que son las ciudades pequeñas y medianas el espacio preferido de los sistemas productivos locales. En estos asentamientos se concretan las economías externas y se producen las condiciones que favorecen la reducción de los costes de transacción entre las empresas y las organizaciones locales. Estas apreciaciones tienen una gran importancia, en tanto que para el caso de estudio y la propuesta central de impulsar el desarrollo desde las microrregiones, se propone que es perfectamente viable vincular estos pequeños territorios con las ciudades medias que forman el sistema de ciudades.

CEPAL-PNUMA (2002) menciona que en este contexto es como los sistemas productivos locales y la jerarquía urbana a través de las ciudades ha contribuido al desarrollo, pero un desarrollo difuso y polarizado en el territorio. Sin embargo, no se puede negar la concentración de funciones del sector terciario avanzado, localizadas en los niveles elevados del sistema urbano, así como la existencia de centros especializados en actividades productivas y la concentración de recursos de calidad en las grandes ciudades.

Todos estos hechos, sin duda, pueden conceptualizarse en términos de un modelo urbano policéntrico, de una armadura urbana que tiende a funcionar cada vez más en forma de red,

ya que las ciudades con sistemas productivos locales forman una de las redes básicas de los nuevos modelos urbanos (Vázquez, 2000). Lo anterior resulta lógico si se toma en cuenta que en el espacio se conjugan, armoniosa o conflictivamente y en distintas escalas geográficas para generar formaciones económico-espaciales específicas, los agentes representados por las empresas, los consumidores, los trabajadores y todo tipo de organizaciones; de igual forma se incorporan los factores o recursos tangibles e intangibles; y por último, los procesos económicos que van desde la producción, la circulación, la distribución, el consumo, la innovación, la globalización y la reestructuración productiva.

Entender así al espacio implica conocer la manera en que sociedad y economía interactúan en los territorios reales, es decir, en las geografías regionales y locales donde se desarrolla la auténtica vida económica de los ciudadanos que producen y consumen. En este contexto se inscriben los sistemas de ciudades y los sistemas de centros poblados en donde se suceden una serie de interrelaciones que constituyen estructuras territoriales específicas. Como dice Krugman, (1991), se trata de sistemas en los que varios componentes (empresas) se encuentran en un momento determinado en un estado concreto (emplazamiento) y los cambios de esos estados están relacionados entre sí (a través de las economías y deseconomías de aglomeración), por lo que cabe esperar que las economías del espacio tengan paisajes dinámicos, complejos y accidentados.

En resumen y después de considerar los aspectos generales del espacio, no tanto como el espacio geográfico como localización, es decir, como un conjunto de coordenadas terrestres, sino como lo perciben, lo representan y lo viven los individuos que es una de las dimensiones que interesa resaltar y que se refiere básicamente a los aspectos de alejamiento y la percepción de las distancias. Esto es, con las prácticas de movilidad de los individuos en relación con los lugares que más frecuentan y que constituyen su espacio de vida; importa principalmente enfocarse al conjunto de los espacios individuales y la composición de sus interacciones reiteradas que producen un espacio heterogéneo constituido por nodos y ejes jerarquizados que organizan los flujos de circulación de bienes, servicios, información y mano de obra, tal y como ya se ha señalado (Krugman, 1991).

Krugman (1991) sostiene en este sentido, el concepto de región funcional es el que más se adapta para caracterizar el hecho de que son los centros urbanos más importantes, es decir, el sistema de ciudades que le imprime una dinámica general a los demás centros poblados de menor jerarquía. Al respecto se señala que al interior de la región funcional los intercambios socioeconómicos son más intensos que entre ese territorio, el exterior y su límite, siempre cambiante e impreciso y que viene dado por el punto donde estas relaciones decaen por debajo de un umbral determinado y comienza el área de influencia de otro centro urbano. En general, es conveniente tener presente que en el análisis del espacio se debe tomar en cuenta el tipo de paisaje existente considerando los efectos causados por la acción del hombre; las distancias de las ciudades o centros poblados medidas en horas de transporte; las interrelaciones que se dan entre las áreas de comercio minorista; entre otros, de tal manera que se pueda llegar a construir y explicar la similitud y diferencias de las estructuras espaciales elementales.

El tiempo y costo que supone la distancia afectan la frecuencia de los desplazamientos, más aún cuando no se dispone de medios de transporte rápidos y potentes, por ejemplo, el campesino que cultiva su campo, el que vende su producción al mercado, siguen en su mayoría la “ley del menor esfuerzo” que empuja a ir al más cercano. Por lo tanto, conviene especificar que en cualquier estructura económica del espacio, la distancia se explica a partir de que las fuerzas de la oferta y la demanda asignan recursos a lo largo de un espacio geográfico entre empresas y sectores de la economía, bajo criterios generales de maximización de los beneficios, la utilidad o el bienestar público, o por objetivos geográficos como la minimización de los viajes (Krugman, 1991).

Ibidem,, (1991) menciona en este contexto, la distancia es el referente entre dos puntos en donde se realiza el intercambio de bienes, servicios, mano de obra o información, siendo uno de los dos el mercado principal que se encuentra a determinada distancia de otros mercados más pequeños o submercados; de tal manera que los cambios económicos y la intensidad de los intercambios varían con la distancia, lo cual condiciona que las actividades productivas tengan diferentes capacidades de producción de acuerdo con su proximidad al mercado, o lo que es lo mismo, en relación con la distancia a la ciudad o lugar central.

3.- La linealidad en el diseño urbano

Los Corredores Urbanos se entienden como desarrollos lineales que pueden concentrar una mezcla de actividades, donde generalmente predominan los siguientes usos: desarrollos corporativos, parques industriales, infraestructura deportiva, áreas residenciales de clase media y urbanización popular; y donde la densidad varía de áreas muy compactas, a densidades urbanas bajas, con paisajes rurales intermedio (Aguilar, 2002).

Para abordar el tema, se examinan las palabras que designan espacios urbanos públicos lineales, como: calle, callejuela, callejón, carrera, jirón, calzada, camino, avenida, bulevar, malecón, paseo, alameda, salón, camellón, vereda, vía, arteria. Hasta que se hizo evidente que algunas de estas palabras se referían a realidades físicas precisas, mientras otras funcionaban como sinónimos difusos de ideas abstractas. La palabra “calle” puede considerarse la más general y por ello definirse como la unidad mínima de espacio público lineal, con calificativos posteriores (calle ancha y empedrada, calle arborizada, calle con dos calzadas). Según el Diccionario crítico etimológico castellano e hispánico, calle viene del latín *callis* “sendero, especialmente el del ganado” (Corominas y Pascual, 2003 en Arango 2012).

Esta dinámica entre las palabras y las cosas, se decide analizar sólo las palabras que denominaran realidades físicas y sociales precisas, esto es, encarnadas históricamente en ejemplos particulares. Con esta idea en mente se aborda una descripción de los espacios lineales socialmente significativos a lo largo de la historia de las ciudades latinoamericanas, como antecedentes de los espacios lineales contemporáneos señalados (Corominas y Pascual, 2003 en Arango 2012).

Ibídem, (2012) indica que en el recuento anterior faltan muchos proyectos y ciudades por citar, pero posiblemente estos ejemplos son suficientes para dar consistencia a la aseveración inicial: las intervenciones sobre el espacio son una preocupación latinoamericana y posiblemente mundial. De todos los espacios públicos, son los paseos los que han requerido más atención: espacios lineales de recreo, peatonales, con presencia de agua y vegetación y conectados con edificios para el placer.

Corominas y Pascual, (2003) en Arango (2012) proponen cambios en la construcción de una Ciudad Lineal, uniendo dos ciudades puntos, en la que no se permitiría ocupar con edificación más de la quinta parte del terreno a fin de que el resto sea ocupado por los árboles, huertas y jardines, convirtiendo los alrededores de la ciudad como modelo, en sitios amenos y saludables. Asimismo, sus edificaciones no podrían tener más de tres plantas, y las casas serían independientes, con cuatro fachadas, accesibles todas al aire y a la luz. No se podría construir a menos de cinco metros de la línea de fachada sobre la vía principal o transversal, por lo que cada casa estará dentro de un jardín.

4.- La Accesibilidad y los Anillos, Sectores, y Núcleos Urbanos

La primera definición que se puede atribuir a la accesibilidad proviene del sector de la geografía y se refiere a la facilidad de acceder a un lugar un lugar, una persona o una cosa. Con el advenimiento de la sociedad de la información, el concepto de la accesibilidad ha evolucionado a fin de tener en consideración nuevas realidades. En efecto, se observa que la movilidad, la proximidad y la distancia, ya no son los elementos esenciales de la definición de accesibilidad; el espacio físico se halla ahora complementado por la accesibilidad en el espacio virtual, desafiando los principios de la distancia, de la proximidad o de la interrelación espacial (Buzai, 2003).

Ibíd., (2003) La accesibilidad al medio físico se refiere a la cualidad que tiene los espacios para cualquier persona, incluso las afectadas de discapacidades de movilidad o comunicación, de poder llegar a todos los lugares y edificios sin sobreesfuerzos y con autonomía; y acceder a los establecimientos de uso público y los servicios que presenten en condiciones de seguridad y autonomía.

Cerda *et al.*, (2010) explica para promover la accesibilidad se hace uso de ciertas facilidades que ayudan a salvar los obstáculos o barreras de accesibilidad del entorno, consiguiendo que las personas con algún tipo de discapacidad pueden acceder a diversas zonas. Estas facilidades son llamadas ayudas técnicas. Entre estas se encuentran el alfabeto Braille, la lengua de signos.

En este contexto, se plantea una nueva dimensión de acceso, denominada funcionalidad territorial, la cual incorpora el proceder real de la movilidad de la población, bajo el enfoque

de cómo los habitantes utilizan la ciudad para satisfacer sus necesidades. Posteriormente esta nueva dimensión se compara con las medidas tradicionales de acceso (distancia, tiempo), en su capacidad para explicar la estructura de densidades residenciales. El desafío es detectar dinamismos y parámetros sociales (reales) de movilidad, que sustituyan los elementos teóricos que actualmente utilizan los distintos modelos de transporte, y que tenga una validez explicativa de patrones locacionales residenciales (Cerdea *et al.* 2010).

La movilidad corresponde con la intención de paliar los inconvenientes del tráfico a través de la sustitución de unos medios de transporte motorizados por otros de mayor eficacia ambiental y social, en particular, la potenciación del transporte colectivo como alternativa al automóvil privado (Sanz, 1997).

ibídem, (1997) menciona que la accesibilidad supone reducir las consecuencias ambientales y sociales del tráfico mediante la disminución de la movilidad motorizada, tanto en lo que se refiere al número como a la longitud de los desplazamientos. Los cambios se orientan a facilitar las conexiones peatonales y ciclistas o la propia reducción de la necesidad de los vehículos a motor.

5.- La Fragmentación y las particiones difusas en las ciudades

Esta fragmentación podría entenderse en diferentes dimensiones. En primer lugar, la física que da lugar a una ruptura de los tejidos edificados y de los sistemas de espacios de comunicación, frecuentemente interrumpidos por barreras arquitectónicas de tipo natural y artificial. En segundo lugar, la social, en tanto los espacios de interacción presencial, como los espacios públicos, han sido sustituidos por otros contenedores (como los centros comerciales), o han perecido porque la baja densidad del tejido edificado los hace poco operativos. En tercer lugar, la ambiental, porque la aparición de urbanizaciones, áreas urbanizadas e infraestructuras ha irrumpido en el funcionamiento sistémico de los espacios naturales y agrícolas. Finalmente, la económica, en tanto la interacción entre los diferentes tejidos urbanizados depende de una red (generalmente escasa) de grandes vías automovilísticas (ante la poca viabilidad de servir ferroviariamente tejidos de baja densidad) usualmente congestionadas, con unos costes de tiempo y energía importantes; lo que dificulta la difusión de las externalidades (Marmolejo, 2008).

Ibíd., (2008) indica adicionalmente a lo anterior se puede sumar las preferencias de los hogares fuertemente influidas por las externalidades ambientales de los territorios periféricos. Como se ve, ni las causas ni las consecuencias de la fragmentación de la ciudad han sido identificadas en toda su magnitud, sin embargo, existe el consenso tanto de los planificadores como de los académicos sobre el riesgo que implica permanecer inmóviles ante dicho proceso, y esto ha llevado a actuar contra él, bajo lo que se ha denominado nuevo urbanismo.

6.- Modelos de Dispersión-Fragmentación: Manchones o islas urbanas

Dispersión urbana como consumo excesivo de suelo. En ocasiones se ha identificado la dispersión urbana con *consumo excesivo* de suelo, entendiendo por "excesivo" un ritmo de urbanización que supera la tasa de crecimiento de la población (Downs, 1999; Ewing, 1997; Kasanko *et al.*, 2006; European Environment Agency, 2006). Los economistas habitualmente dan un significado diferente a la idea de "consumo excesivo", equiparándolo con una ocupación de suelo por encima de lo que resultaría socialmente eficiente, debido a la existencia de fallos de mercado (Brueckner y Fansler, 1983; Brueckner, 1997, 2000; Wassmer, 2000). Aunque la idea es interesante —especialmente para los economistas—, resulta difícil de cuantificar. Se trata de una herramienta de naturaleza teórica que induce a una pertinente reflexión sobre las limitaciones del libre mercado para conseguir un uso eficiente del territorio (Muñiz, 2013).

Dispersión urbana como espacio desestructurado. Ya en 1958, Whyte mostraba su preocupación por el crecimiento amorfo de las ciudades americanas: "*The problem is the pattern of growth or, rather, the lack of one*". Esta identificación de dispersión con expansión aleatoria o amorfa ha sido destacada, entre otros, por Dear y Flusty (1998), Lang y Lefurgy (2003), o Anderson y Bogart (2001) al estudiar las nuevas pautas de localización del empleo. La European Environment Agency (2006) en Muñiz (2013) adopta un enfoque similar, aunque no limitado al caso del empleo, sino a la ocupación de suelo para usos urbanos en general. La idea sobre la que se asienta este enfoque es que la mejora en los transportes y las telecomunicaciones ha relajado las restricciones de localización. Si la distancia no importa, o cada vez importa menos, la localización de los agentes vendrá menos

condicionada por su proximidad a los elementos que tradicionalmente han estructurado el territorio, como son los centros de empleo o las infraestructuras de transporte.

Ibidem, (2013) expresa que la corriente más importante de la bibliografía sobre suburbanización y dispersión urbana atribuye este fenómeno a dos causas diferentes. Una línea de razonamiento se centra en la demanda, y sostiene que la dispersión urbana básicamente refleja las preferencias y aspiraciones de (una mayoría de) familias que quieren vivir una vida suburbana. Desde este punto de vista, los desarrollos suburbanos aparecen en gran parte como consecuencia de la acción de planificadores e inversionistas, la cual estaría dirigida a satisfacer dicha demanda.

La otra línea de argumentación, igualmente importante, sostiene que el fenómeno de la dispersión urbana en absoluto es sólo el resultado (inevitable) de la demanda de los hogares individuales de más viviendas suburbanas (respaldado por factores económicos y sociales), sino también "el producto de las políticas gubernamentales" Jackson (1985). Este argumento se apoya en la afirmación que el desarrollo urbano y el uso del suelo están fuertemente dirigidos por la alianza de intereses privados y las políticas públicas pertinentes. Al buscar las razones para la actual dispersión urbana se identifican varios indicios que conllevan tanto a una como a otra corriente de argumentación en debate (Heinrichs, 2009).

La concentración en las ciudades fragmenta la nación en diversos componentes subnacionales, algunos profundamente articulados con la economía mundial y otros desvinculados de ella. También es una señal de la importancia decreciente de la economía nacional como categoría unitaria de la economía mundial y la fuerte emergencia de la economía local (Marx, 2006).

Ibidem, (2006) agrega que existen procesos económicos transnacionales ubicados en varios lugares, en más de un país, donde se puede ver la aparición de un sistema urbano transnacional. En el aspecto general las ciudades han estado profundamente atadas a la economía de sus regiones y han reflejado las características regionales. Por otra parte, las ciudades que son lugares estratégicos de la economía mundial tienden a desconectarse de su región, promoviendo la integración territorial de las economías regionales y nacionales.

7.- El Modelo de Diferenciación Urbana

Fernández, (2016) sugiere que es 1) la acción individual de abrir un espacio en el bosque de complejidad y confusión de la ciudad, de sus múltiples intereses, de sus luchas individuales, para producir “un claro” para el encuentro y el diálogo; y 2) “la apertura”, “la amplitud” o “lo abierto”, que dicho encuentro y diálogo permite, se convierte en espacio público por la acción política, donde tiene lugar lo ciudadano, como opuesto al espacio privado, cerrado. Por lo tanto, el espacio es construido por la acción humana al abrirlo para convivir en torno a intereses privados; y es público al ampliarlo por la acción política, que se ocupa de los intereses públicos, de convivir y deliberar en torno al bien común. El espacio de lo público es la deliberación y la acción política de la polis (Habermas, 1998; Arendt, 1997). En el siglo XXI, estos espacios, con el impacto de las migraciones, se amplían al espacio digital y global, lo cual produce espacios transnacionales (Castells, 1995, 1998) y translocales. En ellos la ciudadanía, es un reto para la ciudad, aunque ésta es cada vez más un espacio de intercambio, plural, intercultural y de oportunidades para la realización de intereses individuales utilitarios.

La diferenciación socioeconómica del espacio urbano ha sido un tema de gran interés en el análisis de las ciudades en diferentes contextos culturales, podría decirse que desde el surgimiento de los centros urbanos. Prácticamente todas las ciudades presentan una clara división entre las áreas residenciales ocupadas por los grupos sociales más ricos, aquellas zonas donde predominan las clases medias y los espacios donde los grupos más pobres están confinados. Este proceso de diferenciación es parte esencial del desarrollo urbano y se ha convertido en una línea de investigación en el análisis urbano, entre otras razones, porque la propia existencia de divisiones socioeconómicas en el espacio puede actuar como un mecanismo de reproducción de esas mismas diferencias (Aguilar, 2011).

Czerny, (1984) menciona que diversas necesidades de los habitantes de regiones particulares, producen diversas interacciones del sistema de ciudades con otros sistemas pertenecientes al sistema socioeconómico espacial de América Latina. En una evolución no armoniosa, es decir, algunos de sus subsistemas cambian más lentamente, mientras que otros son más rápidos. La reorganización del sistema de ciudades bajo el impacto de los estímulos externos puede resultar en una mayor autointegración del sistema de ciudades.

Ibídem, (1984) argumenta que las fases de integración se pueden distinguir claramente en la tendencia preponderante hacia la integración del sistema de ciudades históricamente en América Latina:

1. Modelos regionales y locales de la red de ciudades que ocurren en el sistema no sigue generalmente un tipo jerárquico clásico; Las redes de ciudades de Brasil y Colombia pertenecen a pocas excepciones.
2. Existencia de muchas áreas metropolitanas con numerosos enlaces suprarregionales. El rápido crecimiento de esas áreas se encuentra en un marcado contraste. Con el lento progreso de las ciudades restantes:
3. Crecimiento lento o degradación de los pueblos pequeños y medianos.
4. Crecimiento dinámico de la población en las grandes ciudades.
5. Falta de especialización distinta en la mayoría de los remolques. Lo contrario es cierto para un grupo relativamente pequeño de ciudades.

En una tendencia de investigación del acercamiento al área suburbana, no como un elemento espacio de la ciudad, pero como un fragmento distintivo de las zonas rurales. Bański (2008) analizando la distribución de municipios que han alcanzado el éxito económico, señala que sus grupos más grandes se encuentran alrededor de las ciudades polacas más grandes (Smutek, 2016).

Ibidem, (2016) Afirma que las áreas alrededor de las ciudades son más susceptibles al éxito económico. Es causada por la afluencia migratoria a estas áreas, la alta actividad de los habitantes y el alto nivel de educación en comparación con otras áreas rurales. Influencias de actores económicos que contribuyen al éxito económico de estas áreas son: entrada inversiones en vivienda y negocios (incluidas, en particular, grandes), superiores a en otras áreas rurales, el nivel de inversión en infraestructura y proximidad a un gran mercado de ventas y trabajo. Estos factores dan testimonio de la difusión del desarrollo desde el núcleo.

Aglomeración en áreas suburbanas. K. Heffner y A. Rosner obtuvieron resultados similares y M. Stanny designando el tipo de municipios con un desarrollo económico superior al promedio, a los cuales Las clases pertenecen casi exclusivamente a municipios suburbanos (Rosner, 2007). Cabe destacar que el desarrollo áreas suburbanas contribuyen a la

polarización del desarrollo rural, se amplía porque hay una diferencia entre los municipios periféricos y las comunas suburbanas más ricas (Bański 2008 en Smutek, 2016).

Heffner, (2016) argumenta que, al fortalecer la capacidad de las ciudades y áreas urbanizadas para crear desarrollo sostenible y creación de empleo, así como mejorar la calidad de vida de los residentes y referirse a los objetivos indicados en otros documentos estratégicos nacionales para una política urbana. Su conducta significa actividades administrativas planificadas gubernamental, con el propósito de la acción territorialmente dirigida del estado para el desarrollo sostenible de ciudades con áreas funcionales y utilizando sus potenciales en los procesos de desarrollo del país (Nacional Polityka 2014). Se puede suponer que este es un intento de integrar áreas urbanas, es decir, tratar una zona urbanizada o urbanizada fuera del área formal de la ciudad (zona de suburbanización) como significativa componente del organismo urbano. En este enfoque, no es un área rural externa a la ciudad, desarrollándose sobre la base de su propio desafío y metas de desarrollo. Los objetivos estratégicos de desarrollar una zona de suburbanización no necesariamente tienen que ser idénticos a las prioridades de la ciudad.

Czerny, (2014) argumenta que, si bien son pobres los pueblos y ciudades más grandes en lo que respecta a su diversidad espacial y gama de funciones, los pueblos medianos y pequeños constituyen polos en el servicio de las áreas rurales, en los que falta tal diversidad, como es la concentración de servicios en un solo lugar. Del mismo modo, cada ciudad, incluso la más pequeña, disfruta del potencial de desarrollo y puede atraer inversores que creen empleos y busquen la innovación. Por ejemplo, la ubicación de un centro académico en una pequeña ciudad en sí misma proporciona un centro para el desarrollo que ejerce influencia sobre un área considerablemente más amplia que el interior rural inmediato.

- ***Diferenciación por periodos***

Fernández, (2016) compara en una ciudad como *civitas* (ciudadanía) se puede tener mayor libertad; en la ciudad como *polis*, libertad plena; en la *urbs*, en cambio, el ejercicio de la libertad se limita al consumo, por ejemplo: diversión, comida, ropa, bebida, todo tipo de servicios y bienes sobre los cuales se elige. Si la *civitas* es fuerte, permitiría también la elección y construcción de diferentes estilos de vida, así como los derechos que se ejercen, la diversidad sería respetada y también los estilos de comportamiento social serían

diferentes al hegemónico. No obstante, esto no fue real en toda la era industrial, sino más propio de la modernidad tardía o posmodernidad.

Esta descripción sintomática de la ciudad coincide, no obstante el tiempo y los cambios, con la ciudad actual: “de la producción y del intercambio de la mercancía”, una ‘red nerviosa, devoradora de territorios’, que determina lo social. También coincide con la caracterización que hace González (2013): espacio de consumo individualista, de segregación, desconfianza, anonimato, de desconocidos y de la tendencia a la pérdida de sentido de comunidad y de valor simbólico. Es la ciudad del imperio de los mercados y del urbanismo neoliberal (Fernández, 2016).

Para posibilitar la aparición de las ciudades fue preciso, aparte del progreso tecnológico alcanzado con posterioridad al nivel de la sociedad popular, que entraran en juego dos factores. Un tipo especial de organización social gracias al cual el excedente agrícola, fruto del progreso tecnológico, pudo ser convenientemente cosechado almacenado y distribuido. Este tipo de aparato social fue capaz también de organizar la fuerza de trabajo necesaria para la construcción en gran escala de edificios públicos, de murallas de defensa de la ciudad, así también de sistemas racionales de irrigación. Una organización social de esta clase requiere un estamento de especialistas profesionales dirigidos por una élite gobernante (Sjober, 1988 en Bosque, 2008).

Ibidem, (2008) agrega que el nuevo mundo nos ha hecho dos revelaciones, en Mesoamérica la creación de las ciudades no estuvo presidida por la cría de animales domésticos ni por la rueda, y ni siquiera tuvieron sus ciudades como solar un extenso medio ambiente aluvial. El maíz, cuyo cultivo proporcionaba a ese pueblo un abundante excedente alimenticio a costa de no muy grandes esfuerzos, constituye uno de los factores de compensación de la carencia de aperos adecuados y de un favorable medio ambiente ribereño. Para la creación de una sociedad realmente urbana en la región andina, no fueron parte a compensar la carencia de sistemas de escritura, las imponentes proezas de ingeniería, ni la extensiva división del trabajo.

- **Diferenciación por regiones**

Fernández, (2016) indica que en esta la ciudad, la *civitas* (ciudadanía) y la *polis* ceden su lugar a la *urbs* para convertirse en una “ciudad contemporánea como espacio de ausencias, deshabitado, regular y construido a partir de contenidos predominantemente racionalistas, donde el ser humano, por su parte, ha perdido el contenido de vida compartida en sus dimensiones políticas, públicas y cívicas” (Díaz, 2012). En otras palabras, la *civitas* y la *polis* están siendo absorbidas por la *urbs* del “desconcierto caótico, segmentación urbana, libertad y desarraigo, globalidad y localidad” (Díaz, 2012: 110). En ella ni siquiera lo territorial genera unidad, sino que se expresa cada vez más como una pertenencia disociada, anónima y consumista de individuos, en la cual “frente a la desaparición de la unidad territorial como base de la solidaridad social, creamos unidades de intereses” (Wirth, 1988: 40). Es la ciudad del “declive del hombre público” (Sennet, 1974), pero que, tal vez, a partir de su reclusión privada y digital, puede ser recuperada y volver al reencuentro en las calles y plazas para participar en ellas, construyendo redes (Fernández-Tapia, 2013). O bien, desde el mercado y el consumo es posible construir la ciudadanía.

El otro elemento que permite alejarse de la *polis* es cuando se aborda la libertad de hablar, desvinculada de la interacción con los otros, en dos momentos: primero en el fin, porque no se busca el bien de la ciudad sino el individual; y en un segundo momento, bajo la premisa equivocada de libertad y democracia, se afirma que cada hombre tiene derecho a decir lo que quiera, dentro de los límites legales. De este modo el individuo se desvincula del tejido social que le dio origen y busca mantenerse aislado, incluso de aquellos con los que piensan de manera similar, pues se vive en competencia permanente, que es una característica de los urbanitas, más aún en el contexto neoliberal y globalizado. ‘Nadie puede comprender adecuadamente por sí mismo y sin los otros iguales a él lo que es objetivo realmente si sólo mira desde su perspectiva y su posición en el mundo y que le es inherente, pues sólo puede ver y vivir el mundo como es, al entenderlo como algo que es común a muchos, que yace entre ellos, que los separa y los une, que se presenta distinto a cada uno de ellos y que, por este motivo, es comprensible en la medida en que muchos, dialogando entre sí sobre él, intercambian sus puntos de vista; porque sólo en la libertad de conversar surge en su objetividad visible desde todos lados el mundo del que se habla (Fernández, 2016).

Janoschka, (2002) argumenta que en la actualidad, y a través del análisis empírico, es posible sostener que desde los primeros bosquejos de una generalización esquemática de la metrópolis latinoamericana (Bähr, 1976) y la ciudad chilena en particular (Borsdorf, 1976), las características de las urbes en América Latina se han visto fuertemente transformadas. Tanto los citados modelos como sus posteriores modificaciones y revisiones (Mertins, 1980 y 1995; Bähr y Mertins, 1981 y 1995; Borsdorf, 1982 y 1994) no relevan las nuevas tendencias de estructuración metropolitana. Por ejemplo, se han dado nuevos desarrollos urbano-espaciales que cambiaron la escala geográfica de la segregación socio-territorial, y al mismo tiempo, disminuyeron las diferencias de polarización entre la ciudad rica y la ciudad pobre. A gran escala se puede destacar un proceso de mezcla social, mientras a nivel micro se refuerza el patrón segregatorio (Sabatini, Cáceres y Cerda, 2001; Borsdorf, Bähr y Janoschka, 2002). Este principio de fragmentación territorial también determina la dispersión de infraestructura y funciones urbanas.

Por ejemplo, los *Shoppings* –en su concepción una copia de los *Malls* norteamericanos – perdieron su cercanía espacial con las áreas de vivienda de las clases pudientes.

Con el tiempo, Europa estableció e intensificó el contacto comercial con los imperios bizantino y árabe; desempeñando tal intercambio un importante papel en el surgimiento de la vida urbana del medio día de Europa, la revitalización del tráfico comercial estuvo estrechamente ligada a la formación de algunos prósperos Estados-ciudades de Italia en los siglos X y XI de nuestra era. Venecia y otras ciudades se transformaron finalmente en imperios, aunque en escala reducida poseedores de colonias en toda la región mediterránea, región que hacía las veces de hinterland del que las ciudades de la metrópoli extraían muchos de sus artículos de primera necesidad como también de lujo.

Rojo, (2015) argumenta que, bajo estos cambios, en el caso de las ciudades latinoamericanas se ha podido observar, a partir de los distintos modelos esquemáticos (Bähr y Mertins 1981, 1995; Borsdorf 1982, 1994, citados en Janoschka 2002), que estos espacios urbanos están sufriendo fuertes procesos de transformación, cambiando la escala geográfica de la segregación socioterritorial.

La antigua ciudad dual o fractal, que separaba amplios espacios urbanos entre ricos y pobres, se pasa a un aumento de la segregación en una escala más reducida, al disminuir las diferencias de polarización entre ciudad rica y ciudad pobre. Esto implica la existencia de barrios homogéneos socialmente, de pequeño tamaño, distribuidos alternadamente en un espacio urbano más reducido (Sabatini *et al.*, 2001 en Rojo 2015).

1.7 Áreas verdes urbanas para la convivencia y participación social

Sánchez y Gándara, (2011) aclaran que el terreno de uso público dentro del área urbana o en su periferia, provista de vegetación, jardines, arboleadas y edificaciones menores complementarias constituyen las áreas verdes urbanas. Se utilizan por extensión, para superficies similares no públicas (campos de golf, grandes jardines privados, huertos urbanos, clubes privados de esparcimiento y deporte).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de México define las áreas verdes como lugares que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres. En dichas áreas puede permitirse la realización de actividades relacionadas a la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión.

Solinis, (2013) argumenta que vivir en democracia significa involucrarnos en lo que pasa a nuestro alrededor, interesarnos en lograr beneficios para todos por igual. Para convivir en familia es necesario el ejercicio de valores como la libertad, la igualdad, la responsabilidad y el diálogo. Estos mismos valores son esenciales en una sociedad democrática para poder convivir. Y así como el cuidado de una casa es responsabilidad de la familia que la habita, cuidar nuestro planeta, nuestra gran casa, es también nuestra responsabilidad.

Las acciones del cuidado y protección del medio ambiente tienen que ver con los derechos de las personas. No se puede pensar, por ejemplo, en lograr que una familia tenga condiciones óptimas de vida, si estas no incluyen, por ejemplo, aire y agua limpia, áreas verdes suficientes para recrearse y descansar o una certeza de que el futuro será mejor que el presente (Solinis, 2013).

Ibídem, (2013) menciona que la participación social es la voluntad de los individuos para formar parte activa de las decisiones que se toman en la sociedad. No se limita a acudir a votar, participar en un partido político o formar parte de una organización. Tú, así como tus familiares y amigos, pueden transformar las condiciones de vida del lugar en el que viven si se organizan y a través del cómo pueden conseguirlo entre todos.

Celsi y Guissani, (2019) menciona, para mejorar la calidad ambiental, de manera precisa en varios de los aspectos que conforman la calidad de vida de los ciudadanos, permite aumentar las relaciones interpersonales, pues al pasear la calle se convierte en un lugar idóneo para el contacto, el ocio y el tiempo libre para todos, sin importar edad o condición. Ese espacio público de calidad se revela también como un escenario para el desarrollo de diversos acontecimientos de participación social.

Los viajes a pie, en bicicleta o en transporte público son los medios que pueden reducir drásticamente el estrés ambiental provocado por los vehículos privados, lo que potenciará el contacto y la comunicación en el espacio público. A la vez que se reduce el estrés ambiental se puede mejorar, en nuestras ciudades, el paisaje urbano, ya sea en la vía pública como en las fachadas del parque (Celsi y Guissani, 2019).

1.8. Calidad del aire en las ciudades, problemática global y alternativas para mitigar repercusiones.

Considerando que el problema de la contaminación generado en un punto concreto del planeta puede extenderse a otras zonas, en ocasiones separadas geográficamente del punto conflictivo por distancias importantes. Como lo menciona Orozco *et al.* (2011), la emisión de contaminantes puede generar problemas globales que afectan a todo el conjunto de la tierra. En ese sentido, el efecto invernadero o la destrucción de la capa de ozono estratosférica son dos ejemplos a tener en cuenta. Ambos afectan a la totalidad del planeta y son producidos por contaminantes emitidos principalmente en determinadas zonas geográficas, aquellas correspondientes a los países llamados desarrollados.

Naciones Unidas, (2017) expone la puesta en práctica de políticas integradas innovadoras, que han de incidir no sólo en los elementos estructurales de la ciudad, sino en la forma de vivirla de los ciudadanos, comenzando por transformar los procesos urbanos insostenibles,

incidiendo especialmente en los patrones de planificación urbanística y de movilidad, a fin de que no sigan aumentando los parámetros actuales de motorización, uso de los vehículos y la consiguiente contaminación atmosférica, con impactos que afectan a la calidad de la vida urbana en las tres dimensiones básicas de la sostenibilidad:

- a) **Impactos ambientales:** por empeoramiento de la calidad del aire urbano, por aumento de las emisiones contaminantes y contribución de algunos de éstos, y del CO₂ emitido al cambio climático.
- b) **Impactos sociales:** asociados al riesgo de padecer enfermedades, aumento de la morbilidad y mortalidad por contaminación del aire, y a las pérdidas o degradación de los ecosistemas.
- c) **Impactos económicos:** asociados tanto a los impactos sociales mencionados, y que a veces se denominan externalidades por no estar internalizados como costes, como los directamente resultantes de pérdidas de productividad y degradación de espacios, materiales y del patrimonio cultural. Relaciona la sustentabilidad en las ciudades o sistemas urbanos, con un conjunto de servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los miembros de una comunidad, sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios.

No obstante, los incrementos presentes y proyectados en los niveles de contaminación y en las tasas de emisión de gases de efecto invernadero en ciudades de América Latina y el Caribe, confirman que hay una necesidad crítica de medidas más integradas, orientadas hacia el futuro y exhaustivas, para el mejoramiento de la calidad del aire, la protección de la salud y el bienestar públicos, y así minimizar los riesgos asociados con el cambio climático a niveles local, nacional, latinoamericano y mundial. Por esta razón, es esencial monitorear, revisar, analizar y comunicar la calidad del aire para mejorarla en América Latina, ampliando la percepción del riesgo, motivando acciones y midiendo los resultados, ([http://www.cleanairinstitute.org /calidaddelaireamericalatina/cai-report-spanish.pdf](http://www.cleanairinstitute.org/calidaddelaireamericalatina/cai-report-spanish.pdf), fecha de consulta 25 de septiembre 2017).

Romero, (2010) afirma que las grandes variaciones de temperaturas, humedad, ventilación o calidad del aire que se observan al interior de las ciudades, se relacionan espacial y

temporalmente con los procesos y características socioeconómicas de sus barrios, por lo que se trata de un problema de geografía ambiental.

Baraldi *et al.*, (2018) aclara que alrededor de la mitad de la población mundial vive actualmente con un aumento previsto del 60% para el 2030 (Martine and Marshall, 2007), lo que hace que las ciudades estén más congestionadas y contaminadas debido a la alta densidad de tránsito, acondicionamiento y calefacción (Blanco et al., 2009). Las crecientes concentraciones de dióxido de carbono (CO₂), uno de los principales gases de efecto invernadero que atrapan el calor en la atmósfera, y de contaminantes del aire como el dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃) y materia particulada en el aire (PM), están causando efectos adversos en la salud humana (OMS, 2006; McDonald et al., 2007). Las partículas atmosféricas, especialmente aquellas con un diámetro aerodinámico $\leq 10\mu\text{m}$ (PM₁₀ y PM_{2.5}) que se consideran las más peligrosas (OMS, 2005; EEA, 2007), representan una amenaza a largo plazo para las funciones respiratorias humanas, y finalmente aumentan la tasa de mortalidad (Powe y Willis, 2004; Birmili y Hoffman, 2006; Tchepel y Dias, 2011).

Las Guías de Calidad del Aire (GCA) de la OMS tienen como objetivo su uso a nivel mundial y han sido desarrolladas como guía para establecer estándares nacionales y/o locales de calidad del aire, apoyando acciones para alcanzar una calidad del aire que proteja la salud pública en diferentes contextos. Las guías son actualizadas periódicamente, siguiendo revisiones de los últimos hallazgos científicos en materia de impactos en la salud, generados por los contaminantes. Por otra parte, los estándares de calidad del aire son fijados por cada país para proteger la salud pública de sus ciudadanos y están frecuentemente incorporados en la legislación; y como tales, son un componente importante en la gestión nacional de riesgo y de las políticas ambientales. Los estándares primarios proporcionan protección de la salud pública, incluyendo la protección de poblaciones “sensibles” como personas que sufren de asma, niños y adultos mayores. Los estándares secundarios proveen protección del bienestar público, y abarcan la protección contra una visibilidad disminuida y el daño a animales, cultivos, vegetación y edificios (Baraldi *et al.* 2018).

Ibidem, (2018) Por lo que se refiere a las industrias, hoy en día no calculan o no se imaginan el daño que están haciendo a la naturaleza y a ellas mismas, ya que no tienen en cuenta el

costo-beneficio, es decir por las ganancias que pueda generar la empresa, cuál es el costo ambiental que esta le produce, el cual en muchos casos es demasiado alto. En el caso de la contaminación atmosférica pueden citarse los siguientes: pérdidas de vidas debido a los efectos sobre la salud física del hombre, pérdidas debidas a la corrosión (metales, pinturas), aumento del costo de energía eléctrica consumida en eliminar polvo y en tratamientos anticontaminantes, gastos en el control del nivel de contaminación y en investigación. En algunos casos es muy difícil determinar cuál es el costo que el ser humano provoca al no cuidar el medio ambiente, en definitiva, se debe llevar esa responsabilidad, en la sociedad.

Sarricolea *et al.*, (2015) argumenta que se han identificado distintos territorios de respuesta al cambio climático, considerando la variabilidad espacial y temporal de las temperaturas y las precipitaciones medias y extremas (lluvia y sequías). Los resultados demuestran la existencia de un coeficiente de variación alto de las precipitaciones anuales y de respuestas contradictorias usando el índice de concentración de la precipitación diaria.

Jain *et al.*, (2020) discuten la variación mensual de la concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en relación con la meteorología, parámetros como temperatura, HR y velocidad del viento; ellos observaron que durante la temporada del monzón, la condición de meteorología es más fácil para depositar PM a la superficie por el gran volumen de precipitación o soplado por los fuertes vientos. Altos niveles de PM durante la temporada posterior al monzón se atribuyeron principalmente a la exhibición de fuegos artificiales durante festival de Diwali y actividades de quema de residuos de cultivos en las actividades agrícola, junto con condiciones meteorológicas como alta humedad relativa y baja velocidad del viento.

Jain *et al.*, (2020) argumentan que la altura de la capa resultó en la acumulación de masa de PM generada a partir de estas actividades en la parte inferior cercana a la superficie (Shivani *et al.*, 2019a). Mayor concentración de contaminantes durante la temporada de invierno. (enero-febrero) podría atribuirse a las condiciones meteorológicas predominantes, es decir, bajo temperatura, atmósfera estable (el aire frío provoca inversiones que estancan el aire y atrapan contaminación cerca del suelo) y baja velocidad del viento (Gopalswami, 2016). Mientras durante la temporada de verano (marzo-mayo) mayor velocidad del viento junto con una alta altura de mezcla da como resultado dispersión de contaminantes. Sin

embargo, las frecuentes tormentas de polvo durante la temporada de verano aumentan la concentración de PM en la región.

Jain *et al.*, (2020) agregan que, una concentración concluyente más alta de PM durante la temporada fría indica influencias combinadas de la altura de la capa límite inferior, condiciones atmosféricas estables, condiciones climáticas con niebla y aumento de la quema de biomasa y combustibles fósiles (altas incidencias de quema de residuos en los estados de Punjab y Haryana durante octubre y noviembre) que causan una alta carga de aerosoles en la región (Ram y Sarin 2010; Gupta *et al.*, 2018; Ravindra *et al.*, 2019).

Jain *et al.* (2020) señalan que, por el contrario, la lluvia durante la temporada del monzón elimina las partículas atmosféricas que conducen a su menor concentración (Sharma *et al.*, 2016). Varios estudios también mostraron las variaciones temporales y estacionales significativas de PM_{2.5} y PM₁₀ sobre Delhi, teniendo mayores concentraciones durante las estaciones más frías, mientras que más bajas durante la temporada del monzón (Shivani *et al.*, 2019).

Jain *et al.*, (2020) consideran que alrededor del 85% del total de datos de medición de PM_{2.5} y 90% de los datos de medidas totales de PM₁₀ se han encontrado que exceden los estándares ambientales nacionales de calidad de aire (NAAQS) definidos por la Junta Central de Control de la Contaminación (CPCB), que son consistentes con otras investigaciones llevadas a cabo en Delhi.

Las concentraciones a nivel del suelo de ozono (O₃) y partículas (PM) han aumentado desde tiempos preindustriales en regiones urbanas y rurales y se asocian con mortalidad cardiovascular y respiratoria. Estas cifras posiblemente están subestimadas ya que la resolución aproximada del modelo atmosférico global es inadecuada para predecir PM_{2.5} urbanas (Bottalicoa *et al.*, 2016).

Ibídem, (2016) afirman que el O₃ troposférico es un contaminante dañino que impacta significativamente la salud humana y del ecosistema (Paoletti, 2007). El ozono es el segundo contaminante atmosférico más importante (después de PM) en causar mortalidad humana e Impactos de la morbilidad en la salud humana. A nivel mundial, un estimado de

0.7 ± 0.3 millones de muertes por año se atribuyen al O₃ contaminación, correspondiente a 6.3 ± 3.0 millones de años de vidas perdidas (Anenberg *et al.*, 2010).

Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)

El Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) es una herramienta analítica desarrollada para informar sobre los niveles de contaminación de manera fácil y oportuna a la población, de tal forma que funcione como un indicador de las medidas precautorias que debe tomar la población ante una contingencia atmosférica. El cálculo del IMECA implica transformar e integrar los datos de concentraciones de un grupo de contaminantes, conocidos como contaminantes criterio, en valores independientes de las unidades de los contaminantes considerados (valores adimensionales), mismos que, por construcción, indican los valores de las normas de calidad del aire para un contaminante determinado cuando el IMECA toma el valor de 100 puntos. La tabla 2 presenta los valores límite de las normas consideradas.

Tabla 2. Valores normados para los contaminantes del aire en México

| Contaminante | Valores límite | | Normas Oficiales Mexicanas |
|--|---|-----------------------------|---|
| | Exposición aguda | | |
| | Concentración y tiempo promedio | Frecuencia máxima aceptable | (Para protección de la salud de la población susceptible) |
| Ozono (O ₃) | 0.11 ppm (1 hora) (216 µg/m ³) | Ninguna vez al año | - |
| | 0.08 ppm (8 horas) | Quinto máximo en un año | |
| Monóxido de carbono (CO) | 11 ppm (8 horas) (12595 µg/m ³) | 1 vez al año | - |
| Dióxido de azufre (SO ₂) | 0.13 ppm (24 horas) (341 µg/m ³) | 1 vez al año | 0.03 ppm (media aritmética anual) |
| Dióxido de nitrógeno (NO ₂) | 0.21 ppm (1 hora) (395 µg/m ³) | 1 vez al año | - |
| Partículas suspendidas totales (PST) | 210 µg/m ³ (24 Horas) | 1 vez al año | - |
| Partículas con diámetro aerodinámico equivalente igual o menor a 10 micrómetros (PM ₁₀); | 120 µg/m ³ promedio de 24 horas. 65 µg/m ³ promedio de 24 horas. | 1 vez al año | 50 µg/m ³ (media aritmética anual) 15 µg/m ³ (promedio aritmético anual) |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5}) | | | | |
| | * Diario Oficial de la Federación del 30 de octubre de 2002. | | | |
| | ** Diario Oficial de la Federación del 26 de septiembre de 2005. | | | |

Fuente: SEMARNAT, 2017

Cuando el IMECA de cualquier contaminante criterio rebasa los 100 puntos, significa que sus niveles son perjudiciales para salud. La tabla 3 muestra la correspondencia entre las concentraciones de los contaminantes criterios, los valores pueden tomar el índice y la calificación dan como resultado la calidad del aire con base en criterios de salud ambiental.

Tabla 3. Correspondencia entre concentración de contaminante y valores IMECA

| IMECA | Calidad del Aire | PST (24hr) µg/m ³ | PM ₁₀ (24hr) µg/m ³ | SO ₂ (24hr) ppm | NO ₂ (1hr) ppm | CO (8hr) ppm | O ₃ (1hr) ppm |
|-----------|------------------|------------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| 0 -100 | Satisfactoria | 260 | 150 | 0.13 | 0.21 | 11 | 0.11 |
| 101 - 200 | No satisfactoria | 546 | 350 | 0.35 | 0.66 | 22 | 0.23 |
| 201 - 300 | Mala | 627 | 420 | 0.56 | 1.1 | 31 | 0.35 |
| 301 - 500 | Muy Mala | 1000 | 600 | 1.00 | 2.0 | 50 | 0.60 |

Fuente: SEMARNAP / INE / CENICA. **Primer informe sobre la calidad del aire en ciudades mexicanas 1996**, 1ª ed., México, INE, 1997.

Abundando en los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud (tabla 4), expresada la calidad del aire a través de los valores del IMECA, se han sugerido las medidas preventivas siguientes:

Tabla 4. Efectos sobre la salud y medidas preventivas de diferentes valores del IMECA

| IMECA | Efectos sobre la salud | Medidas preventivas |
|------------|---|--|
| 0 a 100 | No se presentan efectos negativos en la salud. | No es necesaria ninguna medida preventiva. |
| 101 a 250 | Irritación de la conjuntiva o dolor de cabeza. Se reactivan los síntomas de los enfermos del corazón o de los pulmones. Niños, ancianos y fumadores presentan trastornos del aparato respiratorio y cardiovascular. | Se debe evitar caminar en la calle por tiempos largos. No es recomendable realizar ejercicio físico al aire libre. |
| 251 a 350 | Lactantes, ancianos y fumadores pueden presentar, además de las molestias anteriores, alteraciones inflamatorias en el sistema respiratorio. El resto de la población puede presentar trastornos funcionales en el aparato respiratorio y cardiovascular. Se debe evitar caminar en la calle por tiempos largos. | No realizar ejercicio al aire libre. No fumar. Evitar cambios bruscos de temperatura. Disminuir el contacto con enfermos de las vías respiratorias. |
| Más de 350 | Los enfermos crónicos de los pulmones o del corazón reactivan sus padecimientos de base. | Ingestión de jugos de frutas. |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>La población en general pueden presentar alteraciones inflamatorias en su aparato respiratorio.</p> | <p>Atención médica oportuna si se detecta alguna alteración.</p> <p>Mantenerse atento a las recomendaciones que emita el Sistema de Salud.</p> |
|--|--|--|

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Semarnap / Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental / Agencia de Cooperación Internacional del Japón, **Segundo Informe Sobre la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas 1997**, 1ª ed., México, INE- Cenica- JICA, 1998.

Tabla 5. Descriptores del índice metropolitano de la calidad del aire

| Valor IMECA | Riesgo a la salud | Recomendaciones |
|------------------------------------|---|---|
| Buena 0 - 50 | Ninguno | <p>“puedes realizar actividades al aire libre”</p> <p>“Puedes ejercitarte al aire libre”</p> <p>“Sin riesgo para grupos sensibles”</p> |
| Regular (51 - 100) | Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades respiratorias o cardiovasculares. | <p>“Puedes realizar actividades al aire libre”</p> <p>“Puedes ejercitarte al aire libre”</p> <p>“Personas extremadamente sensibles limitar actividades al aire libre”</p> |
| Mala (101 - 150) | Posibles efectos adversos a la salud, en particular niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiovasculares | <p>“Limita las actividades al aire libre”</p> <p>“limita el tiempo para ejercitarte al aire libre”</p> <p>“Grupos sensibles permanecer en interiores”</p> |
| Muy mala (151 - 200) | Efectos adversos a la salud de la población en general. Se agravan los síntomas en niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias. | <p>“Evita las actividades al aire libre”</p> <p>“Suspende todo ejercicio al aire libre”</p> <p>“Mantén cerradas las puertas y ventanas”</p> <p>“Grupos sensibles permanecer en interiores”</p> <p>“Acude al médico si presentas síntomas de enfermedades respiratorias o cardiovasculares”</p> <p>“Limita el uso de vehículos automotores”</p> <p>“Evita hacer fogatas y el uso de combustibles sólidos (carbón y leña)”</p> <p>“Si eres fumador limita el consumo del tabaco”</p> <p>“Permanecer atento a la información de la calidad del aire”</p> |
| Extremadamente mala (201 - 500) | | <p>“Suspende tus actividades al aire libre”</p> <p>“Suspende todo ejercicio al aire libre”</p> <p>“Mantén cerradas puertas y ventanas”</p> <p>“Grupos sensibles permanecer en interiores”</p> <p>“Acude inmediatamente al médico, o solicita servicio de emergencia si presentas síntomas de enfermedades respiratorias o cardiovasculares”</p> <p>“No uses vehículos automotores a menos que sea necesario”</p> <p>“No hacer fogatas ni usar combustible sólido (carbón y leña)”</p> <p>“No fumar”</p> <p>“Permanecer atento a la información”</p> |

Fuente: SEMARNAT, 2017

De acuerdo a la SEMARNAT, el área a cargo de la investigación sobre la Contaminación Urbana y Regional (DGICUR), perteneciente al actual Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), durante algún tiempo se ocupó de recopilar las concentraciones

de los contaminantes criterio, a partir de los sistemas de monitoreo del país, lo mismo que de calcular el Índice Metropolitano de la Calidad de la Aire.

SEMARNAT, (2013) Indica que en la actualidad en dicha área se considera que, si bien el IMECA es una herramienta valiosa para la evaluación inmediata durante la ocurrencia de episodios de contaminación del aire y que facilita la comunicación de los mismos a la población, para el análisis de la concentración histórico de la calidad del aire, en cambio, para el análisis del cumplimiento de las normas de calidad del aire en una región determinada, es recomendable utilizar otros indicadores y no este índice, por ello, dejó de calcularlo y en cambio mide los indicadores establecidos en las normas de Salud Ambiental relativos a los límites de concentraciones de contaminantes atmosféricos. Al respecto, explica lo siguiente.

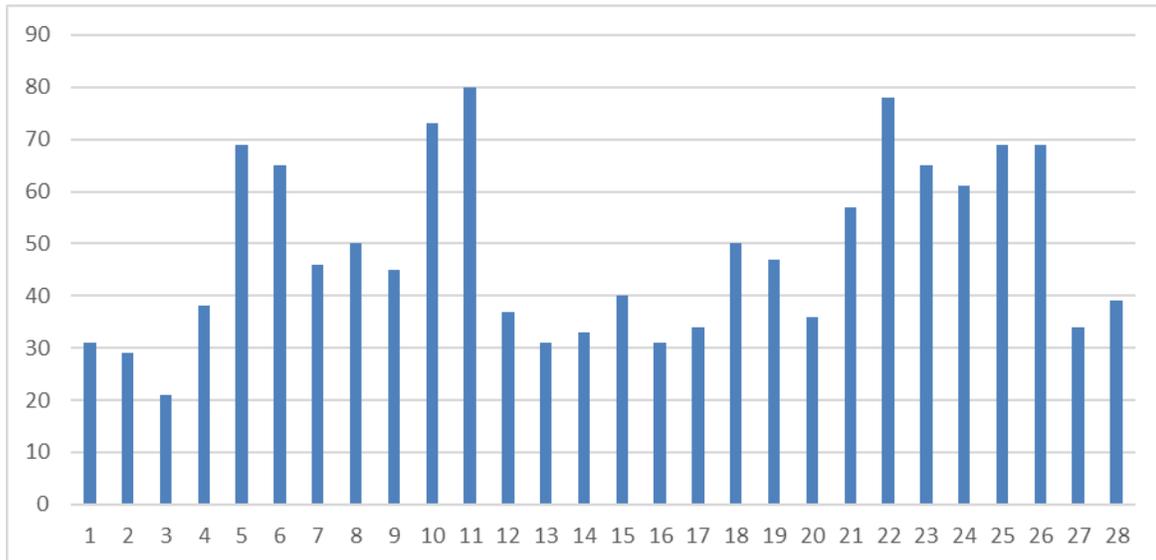
La transformación de las concentraciones horarias de los contaminantes al IMECA se realiza de manera inmediata, con datos “crudos” generados en las estaciones de monitoreo, lo que no da oportunidad de que se verifiquen dichos datos. Esto permite la toma de decisiones inmediata, en caso de que se registren concentraciones extraordinarias, para proteger la salud de la población. Sin embargo, para la generación de indicadores de calidad del aire, los responsables de las redes de monitoreo verifican y validan los datos “crudos” de las concentraciones horarias con el fin de asegurar la calidad de los mismos. Estas bases de datos validadas son las que se utilizan para generar los indicadores de calidad del aire. Lo anterior significa que, si se toma el IMECA como un indicador de tendencia de la calidad del aire de una zona, puede haber diferencias con los indicadores que se generen a partir de las bases de datos validadas (SEMARNAT, 2013).

López, (2018) indica que el Índice Metropolitano (IM) es un valor de referencia para que la población conozca los niveles de contaminación prevalecientes en su zona de residencia, de manera precisa y oportuna, a fin de que tome las medidas pertinentes de protección. De cualquier contaminante cuando rebasa los 100 puntos, significa que sus niveles son perjudiciales para salud.

La gráfica 1 muestra la relación promedio diario de la concentración de O₃ medida de las estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ciudad de Toluca, en la

que se compara la concentración de la evolución diaria de este contaminante en invierno. Se muestran distintos puntos que se fijaron para el monitoreo; tomando en cuenta las fuentes móviles y fijas.

Gráfica 1. Movimiento del ozono (O₃) en el mes de febrero de 2017 valores IMECA Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.



Fuente: Red automática de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de Toluca, 2017.

La base de datos generada por el monitoreo atmosférico, junto con el inventario de emisiones, son los principales instrumentos para proporcionar información acerca del estado que guarda el aire en la zona, ambos son fundamentales para proteger la salud de la población, en especial a la vulnerable: niños y adultos mayores y al medio ambiente de los efectos nocivos de la contaminación del aire, así lo destaca el Gobierno del Estado de México (2017).

En la tabla 6 se hace referencia a la conversión de la concentración de partes por millón a rangos de los Índices Metropolitanos de la Calidad del Aire (IMECA), que de acuerdo a los promedios diarios, mensuales y para el caso de estudio se considera trimestralmente por las estaciones del año que representan la temporada de invierno y verano respectivamente.

Tabla 6. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire, en conversión con microgramos y partes por millón.

| INTERVALOS (IMECA) | CONCENTRACIONES | ECUACIONES |
|--|-----------------|--|
| Partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) | | |
| | IMECA | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | 0-50 | 0-60 |
| | 51-100 | 61-120 |
| | 101-150 | 121-220 |
| | 151-200 | 221-320 |
| | >200 | >320 |
| | | Ecuaciones |
| | | $I[\text{PM}_{10}] = C[\text{PM}_{10}] * 5/6$ |
| | | $I[\text{PM}_{10}] = 40 + C[\text{PM}_{10}] * 0.5$ |
| | | $I[\text{PM}_{10}] = C[\text{PM}_{10}] * 5/8$ |
| Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) | | |
| | IMECA | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | 0-50 | 0-15.4 |
| | 51-100 | 15.5-40.4 |
| | 101-150 | 40.5-65.4 |
| | 151-200 | 65.5-150.4 |
| | >200 | >150.4 |
| | | Ecuaciones |
| | | $I[\text{PM}_{2.5}] = C[\text{PM}_{2.5}] * 50/15.4$ |
| | | $I[\text{PM}_{2.5}] = 20.50 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/24.9$ |
| | | $I[\text{PM}_{2.5}] = 21.30 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/24.9$ |
| | | $I[\text{PM}_{2.5}] = 113.20 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/84.9$ |
| | | $I[\text{PM}_{2.5}] = C[\text{PM}_{2.5}] * 201/150.5$ |
| Ozono (O₃) | | |
| | IMECA | ppm |
| | 0-50 | 0-0.055 |
| | 51-100 | 0.056-0.110 |
| | 101-150 | 0.111-0.165 |
| | 151-200 | 0.166-0.220 |
| | >200 | >0.220 |
| | | Ecuaciones |
| | | $I[\text{O}_3] = C[\text{O}_3] * 100/0.11$ |
| Dióxido de Nitrógeno (NO₂) | | |
| | IMECA | ppm |
| | 0-50 | 0-0.105 |
| | 51-100 | 0.106-0.210 |
| | 101-150 | 0.211-0.315 |
| | 151-200 | 0.316-0.420 |
| | >200 | >0.420 |
| | | Ecuaciones |
| | | $I[\text{NO}_2] = C[\text{NO}_2] * 50/0.105$ |
| | | $I[\text{NO}_2] = 1.058 + C[\text{NO}_2] * 49/0.104$ |
| | | $I[\text{NO}_2] = 1.587 + C[\text{NO}_2] * 49/0.104$ |
| | | $I[\text{NO}_2] = 2.115 + C[\text{NO}_2] * 49/0.104$ |
| | | $I[\text{NO}_2] = C[\text{NO}_2] * 201/0.421$ |
| Dióxido de Azufre (SO₂) | | |
| | IMECA | ppm |
| | 0-50 | 0-0.065 |
| | 51-100 | 0.066-0.130 |
| | 101-150 | 0.131-0.195 |
| | 151-200 | 0.196-0.260 |
| | >200 | >0.260 |
| | | Ecuaciones |
| | | $I[\text{SO}_2] = C[\text{SO}_2] * 100/0.13$ |
| Monóxido de Carbono (CO) | | |
| | IMECA | ppm |
| | 0-50 | 0-5.50 |
| | 51-100 | 5.51-11.00 |
| | 101-150 | 11.01-16.50 |
| | 151-200 | 16.51-22.00 |
| | >200 | >22.00 |
| | | Ecuaciones |
| | | $I[\text{CO}] = C[\text{CO}] * 50/5.50$ |
| | | $I[\text{CO}] = 1.82 + C[\text{CO}] * 49/5.49$ |
| | | $I[\text{CO}] = 2.73 + C[\text{CO}] * 49/5.49$ |
| | | $I[\text{CO}] = 3.64 + C[\text{CO}] * 49/5.49$ |
| | | $I[\text{CO}] = C[\text{CO}] * 201/22.01$ |

Fuente: Red automática de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de Toluca, 2017.

Sobre este contexto, los colores (tabla 7) representan este índice de la calidad del aire y se hace referencia al significado y las recomendaciones a seguir cuando los valores de los contaminantes son altos en el lapso de tiempo en que se presenta el fenómeno, de acuerdo a las zonas que registran y reportan las estaciones de monitoreo, en particular para la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.

Tabla 7. Índice Metropolitano de la calidad del aire (IMECA)

| Categoría | Intervalo | Mensaje | Significado | Recomendaciones |
|---------------------|-----------|---|---|--|
| BUENA | 0-50 | Sin riesgo | La calidad del aire es satisfactoria y existe poco o ningún riesgo para la salud. | Se puede realizar cualquier actividad al aire libre. |
| REGULAR | 51-100 | Aceptable | La calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados. | Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre. |
| MALA | 101-150 | Dañina a la salud de los grupos sensibles | Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general usualmente no es afectado. | Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre. |
| MUY MALA | 151-200 | Dañina a la salud | Todos pueden experimentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud. | Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre. La población en general debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre. |
| EXTREMADAMENTE MALA | >200 | Muy dañina a la salud | Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada. | La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre. |

Fuente: Red automática de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de Toluca, 2017.

El estudio de los climas urbanos ha despertado un interés creciente debido a que la mayor parte de la población nacional y mundial reside en ciudades y por ello participa de las condiciones atmosféricas especiales que se generan en estas áreas, eventual presencia de islas de calor y frío (Smith y Romero, 2016).

1.9. Relaciones entre Indicadores de Calidad de Vida en las Ciudades

Guevara, (2011) argumenta la existencia de diversos criterios para medir la pobreza: según el ingreso (una persona es pobre sólo cuando su nivel de ingreso es inferior a la línea de pobreza que se ha definido); de acuerdo con las necesidades (la pobreza es privación de los medios materiales para satisfacer en medida mínimamente aceptable las necesidades humanas, incluidos los alimentos, la necesidad de servicios básicos de salud y educación y otros servicios esenciales que la comunidad tiene que prestar para impedir que la gente caiga en la pobreza) y; según las capacidades básicas para funcionar, enfoque según el cual los funcionamientos pueden variar desde los físicos, como estar bien nutrido, estar vestido y vivir en forma adecuada, evitar las enfermedades prevenibles, hasta logros sociales más complejos como participar en la vida de la comunidad.

La ciudad articulada en la que los ciudadanos encuentran satisfacción a sus necesidades y que soporta la segregación social (fruto de las diferencias de rentas) gracias a la existencia de espacios comunes de igualdad (dotaciones y espacios públicos), no es más que una esperanza en la mente de sus ciudadanos.

Bajo este enfoque la calidad de esa ciudad se ha medido en forma cuantitativa a través de variables económicas, como el consumo de sus habitantes o el incremento de los valores inmobiliarios, aunque también se medía la oferta pública en superficies dotacionales, los años de escolarización o formación y crecimiento, en suma. Las medidas siempre se daban como valores medios, aunque se sabía que esas medias ocultaban la polarización social, ésta se desestimaba ya que el mito del crecimiento industrial permitía pensar que antes o después todos alcanzarían un nivel económico satisfactorio (Guevara, 2011).

Salas *et al.*, (2016) Discuten que se puede hacer una primera aproximación a la relación que hay entre el concepto de ciudad saludable con el desarrollo sostenible, en cuanto a la importancia que se le da a la creación de entornos que permitan un adecuado desarrollo de las personas, pero que en el proceso de creación de los mismos no se perjudique al medio ambiente, ni se comprometa la calidad de vida en el futuro de la sociedad.

Solo mediante la inclusión de los conceptos de medio ambiente urbano y participación, se podrá realizar un nuevo pacto social capaz de sustituir al pacto del Estado de bienestar. Se garantizará así la necesaria reducción del consumo, gracias a la recuperación de la autonomía del ciudadano; que será solo posible en tanto y cuanto los ciudadanos habiten sobre espacios socialmente apropiados, complejos y articulados (Salas *et al.*, 2016).

(*Ibídem*, 2016) mencionan el pacto por la calidad de vida y la sostenibilidad urbana que debería sustituir al pacto del estado de bienestar, tendrá que basarse en la necesaria reducción del consumo, en la recuperación de la autonomía del ciudadano; que solo se podrá mantener en tanto y cuanto los ciudadanos dispongan al máximo de su tiempo y de su espacio. La "sostenibilidad" no es en sí misma un valor, si no incluye la mejora de las condiciones del espacio para la potenciación de las cualidades humanas del individuo; supone crear una estructura social que dote al individuo de lo necesario para el desarrollo de las capacidades humanas.

Leva, (2005) afirma que la calidad de vida como propósito superior de las políticas públicas, aparece asociada a la satisfacción del conjunto de necesidades que se relacionan con la existencia y bienestar de los ciudadanos. La disponibilidad y acceso de la población a los satisfactores, es lo que va a permitir cubrir los requerimientos de los individuos, grupos sociales y comunidades respecto a un determinado componente de necesidad. El comportamiento de la generación, disponibilidad y acceso a los satisfactores se evalúa en términos de indicadores, los cuales no solo deben condensar la dimensión objetiva, sino también la subjetiva, asociada esta última a la percepción y las características del sujeto en relación con los niveles de vida. Ello se basa en la existencia de una relación imperfecta entre las condiciones objetivas de vida y la percepción que tiene el ciudadano de aquella.

La calidad del ambiente es básica en la satisfacción del ciudadano, no es posible sustituir la calidad ambiental del aire que respiramos o de la accesibilidad peatonal a los espacios de uso diario con ningún valor económico; antes o después las carencias se hacen explícitas y los efectos sobre la salud o vida cotidiana irreversibles. La degradación de las condiciones de vida del entorno de las ciudades industriales, fue uno de los primeros avisos de que los beneficios del crecimiento económico no eran suficientes para satisfacer las necesidades del ciudadano (Leva, 2005).

La propuesta de los Comités Nacionales del Programa HABITAT (Leva, 2005) que estudian aquellas acciones urbanas que se pueden considerar “Buenas Prácticas” en el sentido de experiencias que respondieran a los objetivos de la Conferencia (también llamada “Cumbre de las Ciudades”), asociados éstos a la mejora en la calidad de vida en las ciudades. A lo largo del proceso de preparación de “Hábitat II” y durante los años subsiguientes, el “Programa de Indicadores Urbanos” fue el vehículo principal de informes objetivos sobre el estado de las ciudades del mundo.

Bascuñán *et al.*, (2007) afirman que la gran mayoría de las ciudades latinoamericanas, no han generado instancias de gestión estratégica ligadas al objetivo de lograr avances en la calidad de vida de sus habitantes. Tampoco se han generado instancias participativas en los procesos de toma de decisiones estratégicas que permitan incluir la calidad de vida como objeto de las políticas de las ciudades. A partir de esta situación, no se han gestado al interior de las ciudades políticas estratégicas que incorporen la calidad de vida urbana como

uno de sus objetivos y, por lo tanto, no se han estudiado ni consensuado un cuerpo de indicadores de calidad de vida urbana que permita medirla.

Bascuñán *et al.*, (2007) argumentan que el vecindario, constituye la unidad elemental del sistema urbano y es definido como el ámbito de influencia de un círculo de radio inferior a los 200 metros y distancias que no superen los 5 minutos de desplazamiento a pie (Hernández, A. 1996). Cuenta con menos de 1.500 habitantes y con menos de 500 viviendas. Su superficie aproximada es de 12.56 hectáreas. En una escala de vecindario, se requiere a lo menos 1 m² por habitante de áreas de juego y esparcimiento. Recoge todos los elementos de pequeña dimensión que, integrados en áreas de vivienda y accesibles mediante paseos peatonales, tiene por objeto resolver las necesidades básicas de descanso y esparcimiento al aire libre de la población residente.

Gómez, (2013) considera que el análisis histórico confirma la utilidad del verde urbano para identificar las deficiencias en la expansión urbana y para caracterizar un modelo de ciudad propio del sur de Europa, donde la mayoría de las áreas verdes han surgido en fechas recientes.

La recesión de los valores naturales aparece en forma de empobrecimiento biológico, aislamiento, disminución aparente de la permeabilidad ecológica del territorio y fragmentación por efecto de barrera. Surge la necesidad de contemplar los espacios urbanos perimetrales más allá de los límites de la propia ciudad, como una trama o una red de espacios conectados que aseguran una cierta continuidad de hábitats (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, 2010).

Ibíd., (2010) agregan que las ciudades se entienden como expresión de la concentración y polarización económica; en este sentido las economías crecientes de escala desempeñan un papel preponderante en la concentración urbana, ya que una empresa por grande o pequeña que sea, prefiere abastecer su mercado principal desde un lugar único para minimizar los costos de transporte. En el caso de que una empresa decida abrir varios establecimientos en un espacio regional o nacional, entonces incurre en costos fijos adicionales; de modo que en presencia de rendimientos de escala importantes, la decisión económica más racional consistirá en establecer un único emplazamiento y optimizar la localización en función del tamaño del mercado y las distancias.

Por economía de escala se entiende a la relación que se da cuando al aumentar la producción, disminuyen los costos unitarios de producción de un bien o servicio, aunque posteriormente con base en la Ley de los Rendimientos Decrecientes que postula que al añadir continuamente factores variables a un fijo de producción, por ejemplo al asignar un número creciente de trabajadores a una misma máquina, los costos de producción tenderán a aumentar y las utilidades a disminuir. Trasladando esta situación al caso de los centros poblados, sobre todo los de jerarquías inferiores, significa que entre mayores sean las distancias, mayores serán las dificultades para la integración y articulación estructural de los centros poblados y las ciudades, pues las posibilidades de dinamizar un territorio con inversiones productivas se basan en criterios económicos (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, 2010).

He *et al.*, (2016) afirman que tras la reforma institucional iniciada en 1979, China ha cambiado sus políticas de vivienda urbana de casas, como bienestar bienes proporcionados por el gobierno a las casas, como bienes comerciales proporcionados a través del mercado. Después de 1998, el desarrollo de vivienda urbana se liberalizó aún más, todo destinado a aumentar el aprovisionamiento y la demanda de casas urbanas (Cao y Keivani, 2014). En 2001, China anunció planes para construir 20 ciudades / pueblos de 1 millón de habitantes cada año, durante un período de veinte años. Se esperaba que estos vecindarios construidos recientemente fueran lugares ocupados que pululan con gente. Pero al inspeccionar más de cerca la mayoría de las ciudades en expansión con nuevos edificios públicos, apartamentos residenciales, parques verdes y garajes muestran paisajes desolados y despoblados en muchas áreas urbanas; por ejemplo, las ciudades desperdiciadas en Jingjin Xincheng y Baodi Distrito, Municipio de Tianjin. No existe un inventario nacional aceptado de ciudades fantasmas actuales y potenciales futuras en China. Entre 2008 y 2012, se documentaron al menos 28 ciudades / pueblos desperdiciados, en 16 áreas jurídicas provinciales. La mayoría de estos barrios y ciudades desperdiciados ocurren en el este de China, tanto en grandes (por ejemplo, Tianjin) como en ciudades pequeñas, especialmente ciudades a nivel de condado. Estas ciudades desperdiciadas fueron planeadas para cubrir paisajes de diferentes tamaños en diferentes períodos de tiempo, pero se desarrollaron especialmente a principios del siglo XXI y después del período de crisis financiera global en 2007/2008.

He *et al.*, (2016) agregan que el agotamiento de recursos (por ejemplo, energía, acero, cemento y agua), la contaminación del aire (incluido el cambio climático) y generación de residuos se ha incrementado. Los resultados muestran que el área planificada de las 28 ciudades desperdiciadas analizadas era de más de 3,643 km². El desarrollo de ciudades desperdiciadas también causa impactos ecológicos directos e indirectos, inmediatos y a largo plazo (Cumming *et al.*, 2014; Zhao *et al.*, 2006). En China, la industria de la construcción es uno de los mayores consumidores de recursos como el acero, madera, cemento, arcilla, agua dulce y energía (Zhao y Zhang, 2005; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2006; Chang *et al.*, 2010; Chui y Yang, (2006). Los edificios vacíos en las 28 ciudades desperdiciadas consumieron más de 1.5 billones de toneladas de materiales de construcción (aluminio, acero, madera, cemento, ladrillo, grava, arena y cal). Los edificios en las ciudades desperdiciadas también contribuyen a la descarga de contaminantes del aire.

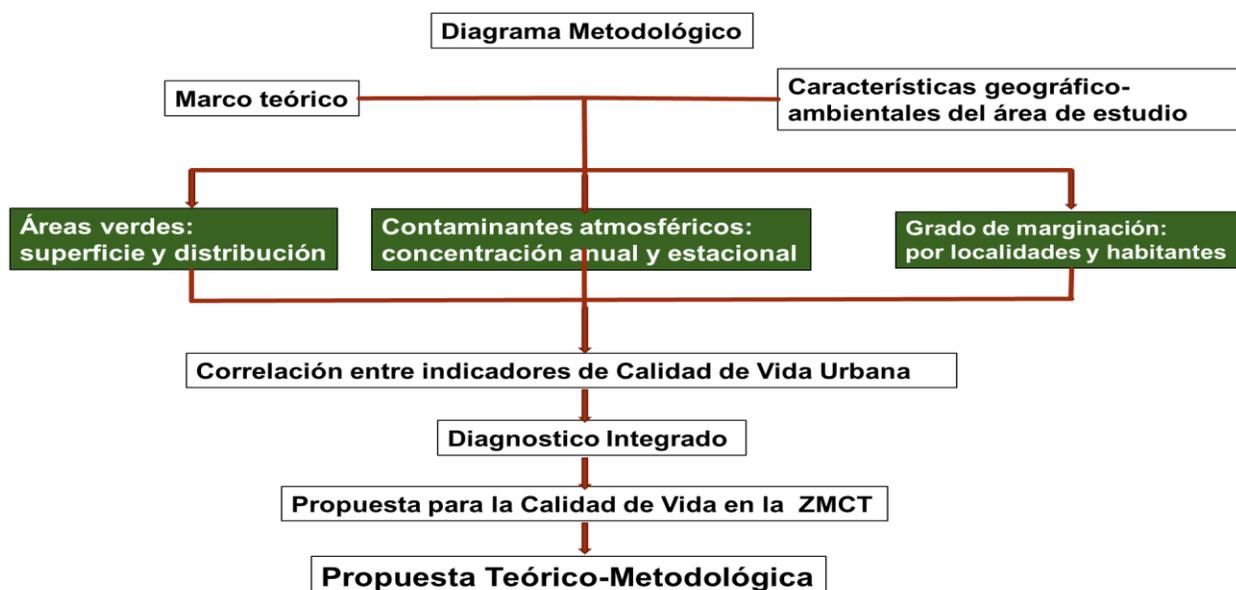
La sociedad rural y el espacio rural ya no deben ser vistos como algo indivisible, ya que la ruralidad está caracterizada por una multitud de espacios sociales que son incluidos en una misma área geográfica. Mientras los espacios geográficos de la ciudad y el campo pueden llegar a difuminarse, no ocurre lo mismo con la distinción social de la ruralidad, donde sus diferencias con la ciudad aún prevalecen (Cloke 2006 en Armas y Macía, 2017).

En el pasado, la emigración a las ciudades, el crecimiento urbano, y la concentración de la actividad económica definían a los centros urbanos, mientras que el medio rural perdía población y sufría el abandono y la marginalidad. Pero la situación actual es mucho más compleja y la disposición de factores no está tan polarizada, debido a que la globalización establece un corredor de interrelaciones de las características demográficas, residenciales, sociales y económicas en las zonas urbanas y rurales (Prados, 2009 en Armas y Macía (2017).

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

El trabajo de tesis doctoral se fundamentó de manera teórica y conceptual, así como metodológicamente, con las respectivas técnicas, a través de la discusión de los enfoques y en la práctica, a partir de las observaciones en campo en la ciudad de Toluca y zona metropolitana, de manera general este trabajo se constituye de cinco fases, que incluyen revisión documental, trabajo de campo, de gabinete y la representación con el sistema de información geográfica con el fin de analizar de manera espacial y diferenciada la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca (ZMCT).

Los resultados obtenidos en cada una de estas fases en el siguiente diagrama, se vinculan entre sí. Por principio, una vez revisados los conceptos y categorías intervinientes en la investigación, se identificó y corroboró la información en campo de los componentes de análisis de las áreas verdes, la calidad del aire y grado de marginación en la ciudad de Toluca y zona metropolitana, del panorama en que se encuentran los espacios relevantes, para con ello, explicar la influencia en el bienestar de la ZMCT, y las condiciones ambientales en los espacios de convivencia.



Fuente: Elaboración propia 2019.

A continuación, se exponen los procesos y etapas de cada una de las fases.

2.1. Fase Metodológica 1. Construcción del marco teórico sobre la calidad de vida y bienestar de la población en relación con el manejo sustentable de las áreas verdes y la calidad del aire.

2.1.1. Identificación de conceptos, categorías en materia

Esta actividad permitió enmarcar teórica y conceptualmente el objeto de la investigación disciplinaria desde una perspectiva geográfica ambiental referida por Bocco, (2013), sustentabilidad, ecología humana de Restrepo (2002), ecosistema biótico y abiótico urbana de Sánchez y Vega (2003) y del manejo áreas verdes urbanas de Sorenson (1998), dasonomía urbana (Suárez, 2008).

2.1.2. Revisión de conceptos con base en diversos autores

En términos generales, la base teórica es un conjunto de proposiciones interrelacionadas capaces de explicar por qué y cómo ocurre un fenómeno. En palabras de Kerlinger y Lee (2002), la teoría constituye un conjunto de constructos vinculados, definiciones y proposiciones que presentan una visión sistemática de los fenómenos al especificar las relaciones entre variables, con el propósito de explicar y predecir los fenómenos (Hernández *et al.* 2014).

La revisión bibliográfica permitió identificar conceptos preponderantes para comprender la caracterización, importancia, problemática y beneficios de las áreas verdes así como las relaciones entre indicadores en la calidad de vida urbana.

Respecto a los conceptos que se discutieron, resaltan los siguientes: Área verde de Sánchez y Gándara (2011) indica que las áreas verdes también tienen potencial, dado que es un terreno de uso público dentro del área urbana o en su periferia, provista de vegetación, jardines, arboledas y edificaciones menores complementarias, se utiliza por extensión, para superficies similares no públicas. Ejemplos: campos de golf, grandes jardines privados, huertos urbanos, clubes privados de esparcimiento y deporte. En este caso para ser incluida como área verde, la superficie del terreno deberá ser considerablemente grande.

Para el caso de la ZMCT se consideró vínculos con el municipio y su periferia en las calles y avenidas, donde corresponde su circunscripción, como lo menciona el Plan de Desarrollo Municipal de Toluca, 2013-2015.

2.1.3. Descripción de las categorías, conceptos ad hoc al tema

Ramos (2018) menciona que las dificultades para la construcción del marco teórico de una investigación no radican solamente en las complejidades epistemológicas que subyacen en la elección de un sistema conceptual, complementación de varios u otras alternativas, que condicionarán la observación de fenómenos de la vida real. A esto hay que sumarle que es uno de los elementos que menos se toca en los cursos y textos de metodología de la investigación. Una revisión somera de los libros y artículos que se emplean para la enseñanza de la investigación, evidencia que es muchísimo mayor el espacio dedicado a la explicación de los métodos, técnicas y diseño de los instrumentos de investigación que al proceso de construcción de los marcos teóricos.

En esta tarea se expresaron los diversos puntos de vista de autores, por un lado, para definir las características, la importancia y los alcances en términos de sustentabilidad y bienestar de la ZMCT.

Al propiciar áreas vegetadas en la ciudad, se puede mejorar la temperatura mediante la evapotranspiración, la mejora de la calidad del aire es una necesidad crecientemente sentida por los ciudadanos que cada vez más exigen su derecho a respirar aire limpio. Entendiendo que en la atmósfera urbana se producen una serie de reacciones extremadamente complejas por múltiples compuestos químicos y físicos que se interrelacionan de manera diversa, en función de los ritmos diarios y estacionales (radiación luminosa, temperatura, humedad, etc.), de las características meteorológicas del momento (viento, precipitaciones, presión atmosférica, inversiones de temperatura, etc.), de las características geográficas del enclavamiento de la ciudad y de las características estructurales del sistema urbano (PROIARE, 2017).

2.1.4. *Discusión de categorías y toma de postura en cada una*

Rodríguez, (2017) explica que los métodos racionales están presentes desde que comienza la preocupación por un problema de la práctica social, se estudian sus manifestaciones, las posibles causas que pueden generarlo, se indaga sobre estudios realizados en la temática y, como resultado de ello, se precisa el problema que pasa por diseño de la investigación, análisis de los datos empíricos, realización de inferencias, reconstrucción del marco conceptual o metodológico, hasta el momento en que se elaboran las conclusiones y recomendaciones.

Un mismo método racional en un caso puede ser empleado para la búsqueda y procesamiento de información –referentes teóricos, metodológicos y prácticos– y en otro para la elaboración de conocimientos; pero el empleo más común en las investigaciones, con una finalidad o la otra, podría ser la base para clasificarlo esencialmente en uno de los dos grupos –métodos para la búsqueda de información o métodos para la construcción de conocimientos–, siempre y cuando se tenga en cuenta que esta clasificación no es rígida, sino que tiene un carácter flexible (Rodríguez, 2017)

La categoría general que permitió incorporar y cohesionar los diversos conceptos y otras categorías es la “sustentabilidad”; ya que a partir de ella es posible explicar teóricamente los alcances o beneficios, así como las limitaciones o los riesgos de los espacios verdes en la ZMCT. Por su naturaleza comprensiva, permite incorporar los elementos sociales, económicos y ambientales para explicar la actuación humana. Por otro lado, de manera particular, la categoría de ecosistema permite vislumbrar las relaciones y la complejidad de éstas en los espacios verdes de la ciudad de Toluca y zona metropolitana.

2.1.5. *Identificación de programas y estudios de caso en ciudades sustentables y calidad ambiental en el mundo*

Es este quehacer se identificaron los aspectos sustantivos de programas, tales como actividades de protección al ambiente, convenios con organizaciones y sectores en materia de protección al ambiente, por ejemplo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Secretaría del Medio Ambiente estatal, Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable y

diversas universidades públicas, además de las publicaciones relevantes de investigación de artículos científicos de revistas arbitradas, de ponencias de congresos especializados, vinculados con la temática.

2.2. Fase Metodológica 2. Delimitación y caracterización geográfica del área de estudio con base en el análisis cartográfico y sig.

Esta actividad consistió en la elección de la escala de análisis espacial; la delimitación del polígono de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, la elección temática cartográfica y de imágenes de satélite, por ejemplo, las cartas de uso de suelo, topográfica, climática, hidrológica y geológica, entre otras, a fin de comprender las relaciones, el potencial y el riesgo e impacto en el área de estudio.

Para la representación gráfica actual de diversas características físico-geográficas en escala 1: 170 000, el conjunto de cartas de análisis utilizadas 1: 50 000 son: la de uso de suelo, topográfica y climática, para explicar la zona de estudio dentro del perímetro de la ciudad de Toluca y zona metropolitana.

2.2.1. Aspectos Físico-bióticos

Con el fin de conocer el medio en que se desarrollaron componentes geográficos como su ubicación, altitud, colindancias, superficie, integración municipal, vías de acceso, aspectos físicos y bióticos, como fisiografía, red hidrológica, con énfasis en el clima y condiciones meteorológicas y su estacionalidad, tipos de suelos, usos del suelo y áreas naturales protegidas.

Sánchez, (2018) explica que la información recopilada se representó sobre diversos mapas mediante modelado cartográfico, para después, mediante superposición topológica, obtener puntos de encuentro a partir de los atributos asociados a los distintos hechos geográficos presentes en la ZMCT, dando lugar a una delimitación textual y gráfica (mapa). Fueron considerados caracteres naturales (bióticos y abióticos) así como antrópicos. Se utilizó información sobre hechos geográficos, que, al mostrar cierta homogeneidad, dan lugar a sistemas geográficos delimitados.

2.2.2. Características Sociales

Entre las características sociales se obtuvo información acerca del número de la población y la densidad de población por municipio, de acuerdo al entorno que lo condiciona la manera

de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en la zona de estudio.

Hu *et al.*, (2019) afirman que el espacio territorial es un recurso valioso, y es el hogar del que dependen los seres humanos para su supervivencia y desarrollo. El desarrollo y la utilización del espacio territorial es una espada de doble filo, aunque efectivamente apoya el rápido desarrollo de la economía nacional y progreso social, también hay algunos problemas pendientes de gran importancia que deben resolverse, como la fuerte disminución de las tierras cultivadas, el daño ecológico, la contaminación ambiental, la baja eficiencia de utilización del espacio territorial y desarrollo descoordinado de zonas urbanas y rurales. Para un país especialmente en un país grande, elegir la estrategia de desarrollo del espacio territorial es una importante propuesta de desarrollo y prosperidad. En un período de rápida industrialización y urbanización. Y ante el rápido cambio de la estructura espacial, es particularmente importante adherirse a la orientación científica del desarrollo del espacio territorial.

2.3. Fase Metodológica 3. Diagnóstico sobre las áreas verdes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) de la distribución de parques, jardines y camellones urbanos en la Ciudad.

2.3.1 Análisis espacial de la distribución de las áreas verdes en la zona urbana.

Para la identificación y clasificación de las áreas verdes se empleó una imagen digital tomada por el satélite Sentinel 2, escala del año 2017; que fue geo-referenciada utilizando las Proyecciones Lambert Norte y digitalizadas como polígonos y analizadas mediante el paquete de SIG ArcGis 10.2. Los criterios para determinar dónde se ubica cada uno de los elementos serán los siguientes: Cada espacio con vegetación se consideró como un polígono diferente; igualmente se procedió con la división provocada por otras infraestructuras como calles, banquetas, edificios y elementos naturales como cerros. El tamaño no se utilizó como característica para descartar; más bien se incluyó hasta la unidad mapeable más pequeña.

También se digitalizaron otros elementos de la traza urbana, con el propósito de realizar análisis geográficos más detallados. Las relaciones de los diferentes elementos se basaron en el modelo conceptual para las áreas verdes. Una vez creada la capa de información con los polígonos de zonas verdes, se procedió a realizar recorridos de campo para obtener información de las características de los parques y jardines, como su localización geopolítica y el tipo de administración que tienen.

2.3.2 Análisis estadístico de la distribución de las áreas verdes en la zona urbana.

La clasificación de Ortiz, (2014) aplicada y adaptada a este estudio, incluyó seis tipos de áreas verdes, debido a la escala de este estudio, no se consideraron los parques de bolsillo ni las plazuelas y las áreas naturales protegidas, debido a las condiciones del área, al enfoque y la escala de estudio. Las tipologías consideradas fueron: 1) senda o camellón. El término senda se definió como un largo y estrecho pedazo de tierra, donde se fomenta la vegetación, recreación y el disfrute de los peatones; 2) Parque Urbano. Un parque urbano consistió en un espacio dentro de la ciudad que sirve como lugar de esparcimiento; 3) Unidad Deportiva. Se refirió a aquellos espacios destinados a la recreación y que además cuentan con infraestructura para hacer deporte; 4) Área Verde Privada. También dentro de

los tipos de parque se encuentra el área verde. Este es un espacio de variadas dimensiones que principalmente contiene vegetación como césped, árboles y jardines; 5) Área Natural Protegida. Áreas con decreto de protección. Ortiz agrega a esta clasificación las plazuelas y parques de bolsillo, que en este estudio no han sido consideradas por razones de enfoque y escala: 6) Plazuela. Es una plaza pequeña en donde una estructura generalmente antigua, se localiza en el centro del espacio; 7) Parque de Bolsillo. Hace referencia a las áreas libres y pequeñas entre edificios o construcciones; el parque de bolsillo tiene una modalidad tipo vecinal ya que son diseñados en lotes baldíos o espacios abandonados. En este estudio también fueron clasificadas las áreas verdes de acuerdo al nivel administrativo: estatal, municipal y privada.

El presente trabajo fue una aproximación para la utilización del Índice de Áreas Verdes por Habitante asociado a las condiciones climáticas y al bienestar socioeconómico de la población en la zona de estudio de la tabla 8.

Tabla 8. Variables a analizar para el Análisis Espacial, Estadístico y Temporal de las Áreas Verdes.

| Variable | Unidades de Medición | Método de Determinación |
|--|------------------------------|---|
| Superficie y número total de parques urbanos municipales | m ² | Fotointerpretación cartográfica y digitalización. Análisis Estadístico |
| Superficie y número total de Sendas municipales | m ² | Fotointerpretación cartográfica y digitalización. Análisis Estadístico |
| Superficie y número total de parques urbanos estatales | m ² | Fotointerpretación cartográfica y digitalización. Análisis Estadístico |
| Superficie y número total de Sendas estatales | m ² | Fotointerpretación cartográfica y digitalización. Análisis Estadístico |
| Superficie y número total de parque urbanos privados | m ² | Fotointerpretación cartográfica y digitalización estadísticas. Análisis Estadístico |
| Superficie y número total de unidades deportivas municipales | m ² | Fotointerpretación cartográfica y digitalización. Análisis Estadístico |
| Número de habitantes por localidad perteneciente a la ZMCT | No. de habitantes | Análisis Estadístico |
| Índice de áreas verdes por habitante | m ² por habitante | Fotointerpretación cartográfica y digitalización |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Se cuantificó del área verde en la ciudad de Toluca y zona metropolitana arborización e implantación de infraestructura que permita discernir la esteticidad de ciudad de Toluca,

entre otras. Se identificó la normatividad federal, estatal, municipal e institucional en materia de áreas verdes. Esta actividad se centró en describir de manera jerárquica los diversos lineamientos normativos, en cada uno de los ámbitos de gobierno, para sustentar la propuesta de la ZMCT.

2.4. Fase Metodológica 4. Diagnóstico sobre la calidad del aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET) de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana

2.4.1 Análisis estadístico de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.

La etapa de obtención de la información se abordó a partir de los datos registrados en las siete estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de Toluca (RAMA Toluca). Las estaciones de la RAMA han sido distribuidas espacialmente en tres zonas: en la zona norte se encuentran las estaciones San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto; en la zona centro las estaciones activas son Toluca Centro y Oxtotitlán; en la zona sur funcionan las estaciones Metepec, Ceboruco y San Mateo Atenco.

Se seleccionó la información de siete años (2011-2017), para cinco contaminantes del aire: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) y partículas menores a 10 micras (PM₁₀). Los datos serán codificados y analizados estadísticamente mediante el programa Excel versión 2013, lo que permitirá obtener las medias mensuales, estacionales (verano e invierno) y anuales; para toda la zona y para cada estación de monitoreo.

2.4.2 Análisis temporal de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.

Al representar gráficamente los promedios anuales del contaminante a lo largo de los siete años, fue posible observar las tendencias de concentración del contaminante a lo largo de los siete años. Al representar gráficamente las medias mensuales de los meses de diciembre, enero y febrero, contrastadas con los meses de junio, julio y agosto, para cada estación de monitoreo fue posible observar las diferencias en las concentraciones del entre las estaciones de invierno y verano en las diferentes zonas de la zona metropolitana; y la evolución de las diferencias entre el verano y el invierno del contaminante a lo largo de los años. Se hizo un análisis comparativo entre los años 2011 y 2017 de la concentración del contaminante para cada estación de monitoreo; lo que permitió observar las diferencias observadas espacialmente entre el inicio y el final del periodo estudiado, tabla 9.

El análisis espacial y su representación mediante cartografía automatizada se elaboró en SIG Arc Gis versión 10.2, lo que permitió obtener mapas sobre la distribución espacial de los cinco contaminantes en el área de influencia de las siete estaciones de la RAMA Toluca (Toluca Centro, Oxtotitlán, San Cristóbal Huichochitlán, Aeropuerto, Ceboruco, Metepec, San Mateo Atenco).

Tabla 9. Variables a analizar para el Análisis Espacial, Estadístico y Temporal de los Contaminantes Atmosféricos.

| Contaminante | Variable | Unidades de medición | Método de determinación y representación |
|--|---|-----------------------------------|---|
| Monóxido de Carbono | Concentración de Monóxido de carbono en la ZMCT 2011 a 2017 | (Promedio anual ppm) | Análisis Estadístico de los registros de la Red Automática de Monitoreo Atmosférica de la Secretaría del Medio Ambiente (GEM) |
| | Concentración de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año | (Verano e invierno de 2011) (ppm) | |
| | Concentración de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año | (Verano e invierno de 2017) (ppm) | |
| | Concentración de Monóxido de carbono en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo | (Promedio anual ppm) | |
| | Distribución espacial de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011 | (Promedio anual ppm) | El análisis espacial y su representación mediante cartografía automatizada se elaboró en SIG Arc Gis versión 10.2, lo que permitió obtener mapas sobre la distribución espacial del contaminante en el área de influencia de las siete estaciones de la RAMA Toluca |
| | Distribución espacial de Monóxido de Carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017 | (Promedio anual ppm) | |
| | Distribución espacial de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de verano 2011 | (Promedio anual ppm) | |
| | Distribución espacial de Monóxido de Carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de verano 2017 | (Promedio anual ppm) | |
| Dióxido de Nitrógeno | Mismas variables | Mismas unidades de medición | Mismo método |
| Ozono | Mismas variables | Mismas unidades de medición | Mismo método |
| Partícula Menores a 10 micras | Mismas variables | Mismas unidades de medición | Mismo método |
| Partículas menores a 2.5 micras | Mismas variables | Mismas unidades de medición | Mismo método |

Fuente: Elaboración propia, 2019

2.4.3 Análisis espacial de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.

La representación cartográfica se realizó a través del software CAD *Surfer* versión 10, este programa permitirá interpolar isolíneas que muestran la distribución y tendencia de la concentración del contaminante. Inició con la ubicación de las coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo en el mapa base previamente georeferenciado, seguido de la captura en la base de datos de Excel, se tomaron coordenadas X y Y, se ingresarán un valor

Z de promedios mensuales, se procesaron los valores en *Surfer*, aplicando el *worksheet*, con un nombre de archivo se hizo un “*grid*” a través de “*data*” que mediante “*map*” realizó el “*contour map*” lo que dio como resultado la interpolación de las isóneas; así se generó la representación en el mapa base; mediante sobreposición se obtuvieron los mapas de distribución de contaminantes mediante la representación de isóneas.

La interpolación de acuerdo al software *Surfer*, generó una imagen raster a partir de datos de concentración estacional de contaminantes: invierno (diciembre, enero y febrero) y verano (junio, julio y agosto); usando el método de *Kriging* se agregó una tabla dirigida al menú *Grid* (cuadrícula) > *Data* (datos), se seleccionó y abrió la tabla que posee obligatoriamente campos con coordenadas planas XY, para Z y demás campos acorde a los requerimientos del estudio, en este caso se usó un campo que incluye los valores de contaminantes atmosféricos.

La sección *Data Columns* (columna de datos) permite seleccionar los campos de las coordenadas planas XY, en Z el campo a interpolar. La sección *Grid Line Geometry* (geometría de línea de rejilla) permitió definir la extensión espacial asignando los valores mínimos y máximos de los ejes XY; en *Spacing* (espaciamiento) se estableció el tamaño de celda.

El análisis espacial y su representación mediante cartografía automatizada se elaboró en SIG Arc Gis versión 10.2, lo que permitió obtener mapas sobre la distribución espacial de los cinco contaminantes en el área de influencia de las siete estaciones de la RAMA Toluca.

2.5. Fase Metodológica 5. Diagnóstico sobre el grado de marginación en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico del grado de marginación de las localidades.

En primer lugar se consultaron los datos estadísticos del grado de marginación por localidad en el área de estudio se obtuvieron los datos del catálogo de localidades por municipio de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, publicados por SEDESOL e INEGI de 2010, editados en 2015, mediante un proceso de localización cartográfica se delimito poligonalmente la localidad dentro del límite del área de estudio de la ZMCT, considerando el grado de marginación, con criterios de alto, medio, bajo y muy bajo, mediante el SIG ArcMap 10.2.2 a escala 1: 170 000 se dibujaron los polígonos de estos cuatro municipios, cuya porción se ve reflejada en el límite del contorno y en su contexto interior la distribución y formas de vida del grado de marginación, iniciando en primer lugar con la georreferenciación de la imagen de satélite sentinel 2 acercándolo mediante zoom para realizar shape files poligonales y así representar el grado de marginación.

La representación gráfica se realizó mediante excell de office 2013, con la recopilación de datos de la población de cada localidad, de acuerdo a la información proporcionada por SEDESOL, se representó el grado de marginación de los cuatro municipios que son Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, dentro de la ZMCT, elaborando gráficas de pastel de acuerdo al número total por sector y por porcentaje, de acuerdo a la representación en tabla 10.

Tabla 10. Variables a analizar para el Análisis Espacial, Estadístico y Temporal del grado de marginación de las localidades.

| Variable | Unidades de Medición | Método de Determinación |
|--|----------------------|---|
| Grado de marginación de las localidades del municipio de Toluca incluidas en la ZMCT | Localidades 2010 | Análisis estadístico de los datos CONEVAL, SEDESOL Fotointerpretación cartográfica |
| Grado de marginación de las localidades del municipio de Metepec incluidas en la ZMCT | Localidades 2010 | |
| Grado de marginación de las localidades del municipio de San Mateo Atenco incluidas en la ZMCT | Localidades 2010 | |
| Grado de marginación de las localidades del municipio de Zinacantepec incluidas en la ZMCT | Localidades 2010 | |
| Grado de Marginación del total de localidades incluidas en la ZMCT | Localidades 2010 | |
| Grado de marginación de los habitantes del municipio de Toluca incluidos en la ZMCT | Población 2010 | |
| Grado de marginación de los habitantes del municipio de Metepec incluidos en la ZMCT | Población 2010 | |

| | | |
|---|----------------|--|
| Grado de marginación de los habitantes del municipio de San Mateo Atenco incluidos en la ZMCT | Población 2010 | |
| Grado de marginación de los habitantes del municipio de Zinacantepec incluidos en la ZMCT | Población 2010 | |
| Grado de marginación del total de habitantes incluidos en la ZMCT | Población 2010 | |

Fuente: Elaboración propia, 2019

2.6. Fase Metodológica 6. Evaluación de la correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la Ciudad, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades de la ZMCT.

En primer lugar se consultaron los datos estadísticos de los temas considerados para el que se tomaron en cuenta las siguientes temáticas, Áreas Verdes, índice de marginación por localidad en el área de estudio de la ZMCT de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, mediante el SIG ArcMap 10.2.2 a escala 1: 170 000 se trazaron los polígonos de estos cuatro municipio, cuya porción se ve reflejada en el límite del contorno en tono rojo y en su contexto interior la distribución y variación del grado de marginación, iniciando en primer lugar con la georreferenciación de la imagen de satélite *sentinel 2* acercándolo mediante zoom para realizar *shape files* poligonales, para representar las áreas verdes, contaminación atmosférica de 2011 a 2017 y el grado de marginación, en la representación se hizo la sobreposición con la correlación de cada temática de acuerdo al tiempo y espacio que se presenta en la ZMCT.

La representación gráfica se realizó mediante excell de office 2013, con la recopilación de datos población de cada localidad, de acuerdo a la información proporcionada por la Planes municipales de desarrollo, RAMA, SEDESOL, se representaron las áreas verdes, variación de la contaminación atmosférica, y así también el grado de marginación de los cuatro municipios que son Toluca Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, dentro de la ZMCT, elaborando graficas de pastel de acuerdo al número total por sector y por porcentaje, así también por representación en tablas.

El análisis de correlaciones mensuales entre los contaminantes y las variables meteorológicas se hizo solo en los casos de las siete estaciones de monitoreo de la ciudad de Toluca. Los datos estadísticos que se obtuvieron indican promedios de subíndice o superíndice de registros diarios, mensuales y anuales. La información recabada de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de Toluca, así también del Servicio Meteorológico Nacional, para el discernimiento de fenómenos atmosféricos, y de información municipal respecto al medio ambiente y servicios públicos, conjuntamente para discernir el área de estudio en la Ciudad de Toluca y zona metropolitana, tabla 11.

Tabla 11. Variables a analizar para la correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la ZMCT, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades

| Método de Determinación | Variables |
|---|---|
| <p>Correlación entre las áreas verdes y los contaminantes atmosféricos. Correlación espacial mediante Sobreposición de mapas y fotointerpretación cartográfica</p> | 1. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 2. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 3. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 4. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en verano de 2017 en la ZMCT |
| | 5. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 6. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 7. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 8. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en verano de 2017 en la ZMCT |
| | 9. Relación entre las áreas verdes y el ozono en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 10. Relación entre las áreas verdes y el ozono en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 11. Relación entre las áreas verdes y el ozono en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 12. Relación entre las áreas verdes y el ozono en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 13. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 14. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 15. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 16. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en verano de 2017 en la ZMCT |
| | 17. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 18. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 19. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 20. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2017 en la ZMCT |
| <p>Correlación entre el grado de marginación y los contaminantes atmosféricos. Correlación espacial mediante sobreposición de mapas y cartografía automatizada.</p> | 21. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 22. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 23. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 24. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en verano de 2017 en la ZMCT |
| | 25. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 26. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 27. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 28. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en verano de 2017 en la ZMCT |
| | 29. Relación entre el grado de marginación y el ozono en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 30. Relación entre el grado de marginación y el ozono en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 31. Relación entre el grado de marginación y el ozono en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 32. Relación entre el grado de marginación y el ozono en verano de 2017 en la ZMCT |
| | 33. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 34. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 35. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 36. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en verano de 2017 en la ZMCT |
| | 37. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2011 en la ZMCT |
| | 38. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2017 en la ZMCT |
| | 39. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011 en la ZMCT |
| | 40. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2017 en la ZMCT |
| <p>Correlación entre las áreas verdes y el grado de marginación.</p> | 41. Relación entre las áreas verdes y el grado de marginación en la ZMCT |

| | |
|--|--|
| Correlación espacial mediante Sobreposición de mapas y cartografía automatizada. | |
|--|--|

Fuente: Elaboración propia, 2019

2.7. Fase Metodológica 7. Diagnóstico Ambiental Integral a partir de las condiciones ambientales de la ZMCT; mediante el Análisis FODA

Dentro las herramientas que se posee en la toma de decisiones, la técnica FODA, sin duda se constituye en un sistema que proporciona herramientas lógicas para ejecutar estrategias adecuadas en las decisiones adoptadas por el trabajo de investigación.

El Análisis FODA o Matriz FODA es una metodología de estudio de la situación de una organización o empresa en su contexto y de las características internas (situación interna) de la misma, a efectos de determinar sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. La situación interna se compone de dos factores controlables: fortalezas y debilidades, mientras que la situación externa se compone de dos factores no controlables: oportunidades y amenazas. Es una herramienta utilizada para conocer la situación real en que se encuentra la organización (Ballesteros, *et al*, 2010).

FODA es una sigla que significa Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Consiste en el análisis de variables controlables (las debilidades y fortalezas que son internas de la organización y por lo tanto se puede actuar sobre ellas con mayor facilidad), y de variables no controlables (las oportunidades y amenazas las presenta el contexto y la mayor acción que podemos tomar con respecto a ellas es preverlas y actuar destacando beneficios y adversidades) en el caso del bienestar ambiental de la ciudad de Toluca.

En tal sentido, el FODA se definió como una herramienta de análisis estratégico, que permitió analizar elementos internos al territorio y por tanto controlables, tales como fortaleza y debilidades, además de factores externos a la misma y por tanto no controlables, tales como oportunidad y amenazas.

Para una mejor comprensión de dicha herramienta estratégica, se han definido las siglas de la siguiente manera:

- **Fortalezas.** Son todos aquellos elementos positivos factores críticos positivos con los que se cuenta.
- **Debilidades.** Son los problemas presentes que una vez identificados y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

- **Oportunidades.** Son situaciones positivas que se generan en el medio y que están disponibles en función de sus fortalezas.
- **Amenazas.** Son situaciones o hechos externos que pueden llegar a ser negativos para la misma.

En tal sentido, el análisis FODA es una herramienta que se utilizó para comprender la situación actual comprendida en el área de estudio de la ciudad de Toluca y zona metropolitana. El objetivo de esta herramienta es plantear un diagnóstico, en función de poder pronosticar y decidir.

Los objetivos y las estrategias se establecen con la intención de capitalizar las fuerzas internas y de superar las debilidades. Se utilizaron para desarrollar un plan que tome en consideración muchos y diferentes factores internos y externos para así maximizar el potencial de las fortalezas y oportunidades minimizando así el impacto de las debilidades y amenazas.

Una vez realizado el análisis FODA se procedió a realizar al Análisis de Estrategias FODA, bajo los siguientes planteamientos:

Estrategia FO: Ofensiva, para maximizar tanto las fortalezas como las oportunidades.

Estrategia DO: Adaptativa, para minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades.

Estrategia FA: Defensiva, para minimizar las amenazas y maximizar las fortalezas.

Estrategia DA: Supervivencia, para minimizar las debilidades y las amenazas.

2.8. Fase Metodológica 8. Elaboración de la Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire urbana; mediante el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico (EML)

Se realizó el análisis de espacios idóneos para la instalación futura de las áreas verdes y destinadas a mejorar la calidad en el ambiente de la ciudad de Toluca y área conurbada. Esta propuesta permitirá la exposición de los justificantes de programas ambientales sobresalientes a la calidad del aire en la ZMCT. Abordando como principal objetivo el de promover a través de instrucción ambiental, la necesidad de preservar, conservar, proteger, recuperar, rehabilitar y restaurar el ambiente a partir de acciones, actitudes y conductas en su vida profesional y cotidiana; teniendo como base principios y valores sustentables. Entre otros promover entre la población valores éticos y morales de respeto al entorno y uso racional de los recursos citados, en su espacio urbano, así como en su vida cotidiana.

En esta etapa metodológica se plantea la ciudad como una unidad de análisis clave para entender la lógica de los llamados cinturones verdes. Sus logros radican en la puesta en marcha de políticas que unen planeación y ambiente, y en la habilidad de incorporar a múltiples actores en la toma de decisiones. Se intenta introducir un modelo sustentable en el uso del suelo y se analiza si los cinturones verdes siguen siendo una herramienta viable para controlar la expansión urbana. Al mismo tiempo, la diversidad de actores e intereses socio-políticos obliga a los planificadores a negociar y buscar consensos en las decisiones sobre el espacio.

Se analizaron los Planes de Desarrollo Municipal, así como programas implementados de carácter gubernamental hacia el ambiente de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, Estado de México, abordando estudios de biodiversidad, en el sentido de coadyuvar a la conservación y restauración de ecosistemas, a través de acciones como reforestación, forestación y mantenimiento de áreas verdes, y prevención en la variación de la calidad del aire.

En lo que se refiere a las estaciones de monitoreo de la red automática como el conjunto de dos o más estaciones automáticas para la medición de contaminantes atmosféricos. En la que cada estación contiene, diversos equipos, como analizadores automáticos, y monitores

o sensores meteorológicos, destinados a monitorear las concentraciones de uno o más contaminantes del aire y algunos parámetros meteorológicos, se realizó la propuesta para la instalación de nuevas estaciones en las localizaciones con mayores necesidades.

Respecto a las propuestas para disminuir la marginación se propone mejorar con énfasis en el déficit económico por la segregación habitacional, la falta de acceso a bienes y servicios y la insuficiencia de ingresos, entre otros; así como como el mejoramiento de las condiciones relacionadas con aspectos de orden cultural y psicológico, que tienen su base en prejuicios y estereotipos cuya expresión fundamental es la discriminación de determinados grupos.

Aunque las técnicas para aplicar al programa se mencionan a de manera general, se considera de manera explicativa ecológica o de ecosistema existente en que no debe presentar pérdidas o daños significativos de las actividades antropogénicas de los habitantes de la ciudad, en función de su conciencia de respeto al entorno ambiental.

2.8.1. Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico

Las fases del EML de acuerdo con Camacho (2014) son:

Identificación: constituye la fase menos formalizada del ciclo, supone el momento de gestión del proyecto y está orientada a sentar sus bases, en esta fase se determina cuáles son los problemas que han de resolverse o en su caso, las oportunidades que pueden aprovecharse. Implica aproximarse a un cierto análisis de la realidad. Se trata de contextualizar y madurar la idea de aquello que se puede, se desea y es necesario hacer.

Algunas de las cuestiones relacionadas con la etapa de identificación tratan de responder a las preguntas de: ¿Qué Sucede? ¿Por qué sucede? ¿Cómo sucede? ¿A quiénes y cómo afecta? ¿Cómo se puede solucionar?, el EML otorga una importancia central a esta fase ya que sobre ella se va a construir una buena parte de la estructura, sistematización y lógica del proyecto. Es así como los cuatro pasos iniciales del método, análisis de la participación, análisis de los problemas, análisis de objetivos y análisis de alternativas, constituyen la fase de identificación del proyecto.

Diseño: en ocasiones llamado también de formulación, trata de avanzar a partir de los análisis efectuados en la fase anterior. Consiste, por tanto, en formalizar y organizar los resultados obtenidos, recursos y costos. Supone responder, fundamentalmente a preguntas tales como ¿Qué queremos hacer? y ¿Cómo pretendemos realizarlo?; pero también en cuestiones de tipo de ¿A quién se dirige la acción? ¿Por qué y para que actuar? ¿Con quién, dónde, cuándo y con qué recursos?

Ejecución y seguimiento: supone el momento de aplicación de los resultados del diseño a la acción práctica de cooperación con intención de transformar una determinada realidad. Se trata de llevar a cabo lo previsto, por lo que sus márgenes de maniobra dependerán de la calidad, consistencia y pertinencia del correspondiente diseño.

Evaluación: la cuarta y última etapa central del ciclo de gestión de la evaluación. Diversas definiciones y tipologías pueden ser encontradas en numerosos manuales. Digamos que la evaluación es la fase en la que se aprecia y valora para extraer conclusiones antes, durante y después de su ejecución.

El EML incorpora un conjunto de componentes: pertinencia, eficiencia, impacto y viabilidad como elementos básicos de atención en las prácticas evaluativas. Consta de cinco pasos de discusión que sistematizan las tareas imprescindibles durante las etapas de identificación y diseño de un proyecto de desarrollo. Los cuatro primeros pasos son pasos de la identificación y contribuyen a sistematizar una de las fases más importantes de nebulosa de generalidades. Estos pasos son los siguientes:

1. **Análisis de la participación:** se trata de tener una visión lo más precisa posible, de la realidad social sobre la cual el futuro proyecto pretende incidir. Muchas intervenciones para el desarrollo fracasan, por haber efectuado un diagnóstico excesivamente superficial del contexto en el que deben insertarse.
2. **Análisis de los problemas:** los problemas van siempre con las personas, o dicho de otra manera, no hay problemas sin personas. Por lo tanto, el llamado análisis de la situación es, de hecho, el análisis de la participación más el análisis de problemas. Se trata, de elaborar un diagrama de causas y efectos entre los distintos problemas, lo que supone el documento quizás más característico de la identificación de proyectos de desarrollo según el EML.

3. **Análisis de objetivos:** se construye sobre los resultados obtenidos en el anterior análisis de problemas. Los problemas que habían sido descritos como situaciones negativas percibidas como tal por algunas de los implicados, pasan ahora a ser definidos como estados alcanzados positivos, que se establecen sobre la resolución de problemas concretos, que afectan a personas concretas, y cuya definición y relaciones se han establecido en el paso anterior.
4. **Análisis de alternativas:** es un paso fundamental dentro de la gestión de una intervención, aunque inevitablemente presenta un nivel de indefinición que resulta impreciso a la hora de plantear una explicación de carácter más bien esquemático y superficial.
5. **Matriz de planificación de proyecto:** este documento-herramienta es el más característico del Enfoque del Marco Lógico. En él se establece la secuencia de pasos previos que conducen hasta ella, lo que constituye la principal originalidad del método (Camacho *et al*, 2001).

2.9. Fase Metodológica 9. Elaboración de una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas.

La propuesta teórico-metodológica se desarrolló en dos etapas, análisis y propuesta; la primera se realizó mediante la reflexión filosófica, teórica y epistemológica de las teorías mencionadas y la revisión de fuentes especializadas sobre métodos aplicados en estudios bajo los enfoques seleccionados, buscando fundamentar la investigación con un enfoque interdisciplinario y dialéctico. Durante la segunda, se diseñaron instrumentos dirigidos a conocer la realidad y reconstruir el modelo, en un constante ir y venir entre teoría y práctica, lo que ha permitido realizar inferencias que llevan a un mejor entendimiento del problema detectado; que, en este caso, es la necesidad de construir una metodología que mediante su fundamentación teórica, que permita que se integren los subsistemas biofísico y antrópico para propiciar el desarrollo local, que lleven al logro de la sustentabilidad de ambos subsistemas.

La propuesta se divide en tres apartados principales, se inicia con el análisis teórico de la ciudad como parte de un sistema complejo, fundamentándolo teóricamente desde la complejidad. En un segundo apartado se revisan y analizan metodologías y métodos que han sido aplicados bajo el enfoque sistémico aplicando la Planeación Geográfica Integral, la Evaluación de Sustentabilidad y el Enfoque del Marco Lógico, los cuales, al articularse, sirvieron de referencia para integrar el Modelo Teórico-Metodológico propuesto en el tercer apartado. En las conclusiones se destacan las aportaciones y hallazgos, con la intención de que el lector reflexione sobre estos conocimientos, que le permitan elaborar, modificar o en su caso, reestructurar investigaciones futuras.

Entre los criterios utilizados para la selección de los indicadores se encontraron la importancia de la variable en la medición de la calidad de vida, la calidad de los datos, el interés de los ciudadanos por conocer de esta variable, la información adicional que aportaba la variable sobre la calidad de vida en relación con otras variables y además que existieran registros de esta variable para el período de estudio (años 2011 hasta 2017).

La investigación y la propuesta realizada, estuvieron enmarcadas dentro de la estrategia urbana de intervención para proyectar una interrelación armónica entre los sistemas de

medio ambiente, entendidos como una superposición de elementos de red que interactúan de manera simultánea ordenando sistemáticamente el territorio. El proceso que se llevó a cabo, representa un reto en materia de planificación del territorio físico, en los aspectos institucionales, por la cantidad de actores involucrados en la gestión, como en los niveles del gobierno y la población residente, que tienen relación directa con la reestructuración que fortalezca y posicione a nivel nacional e internacional la ciudad de Toluca.

Para cumplir los objetivos propuestos y desarrollar bajo la óptica propuesta la problemática identificada, tras presentar el esquema metodológico de la investigación, se desarrolló un marco conceptual pertinente que permitió identificar los elementos teóricos necesarios para la generación de una propuesta. De igual manera, en el mismo apartado, se revisaron algunas experiencias de ciudades ubicadas en diferentes latitudes, en las cuales se enfrentaron problemas similares a los identificados para la ZMCT. Una vez que se presentan estos referentes provenientes de teorías y de experiencias prácticas, fue posible definir las directrices que sirvieron de guía en el análisis como objeto de estudio del área. Por ello, de manera general se presenta la investigación de dicha zona, realizando un acercamiento por escalas, que permitió profundizar en las condiciones, físicas, ambientales e institucionales, económicas desde el nivel general al local.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados a continuación muestran el diagnóstico en el contexto de la ZMCT, destaca las áreas verdes basado en un análisis espacial y estadístico, que constituye las áreas verdes, su representación cartográfica, así como su clasificación de acuerdo por su categoría, por superficie, agrupadas por su tamaño, por tipo de administración por municipio, además de su distribución mediante la representación de vecinos cercanos, así como la superficie de área verde por habitante.

A continuación se hace referencia al diagnóstico de los contaminantes atmosféricos en la ZMCT, de los cuales se enfatizó el monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas menores a 10 micras (PM₁₀) y las partículas menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en su representación estadística, espacial y temporal que toma como referencia a las estaciones del año de invierno y verano, mismos datos que sirvieron para representarse de manera cartográfica a través de winsurfer que interpola concentraciones de la misma concentración en este caso las partes por millón, sobreponiéndose sobre el mapa base del área de estudio de la ZMCT a partir de 2011 a 2017, este rango sirvió para representar la distribución espacial de cada uno de los contaminantes atmosféricos, de igual manera se realizó la representación gráfica a través de Excel 2013, a lo largo de los 7 años que corresponde al estudio.

De igual manera se hace la representación cartográfica y gráfica del grado de marginación, con base a datos de las localidades que están dentro del contexto de la ZMCT. En una representación general se hace la correlación mediante la sobreposición de los mapas de las áreas verdes con los contaminantes, áreas verdes con el índice de marginación, y contaminantes atmosféricos con el índice de marginación de acuerdo con su respectiva interpretación y base de información teórica ya abordada.

El análisis FODA tiene como objetivo el identificar y analizar las fortalezas y debilidades de las áreas verdes, contaminación atmosférica y grado de marginación, así como también las oportunidades y amenazas, que presenta la información que se ha recolectado. Se utilizó

para desarrollar un plan que tome en consideración muchos y diferentes factores internos y externos para así maximizar el potencial de las fuerzas y oportunidades minimizando así el impacto de las debilidades y amenazas.

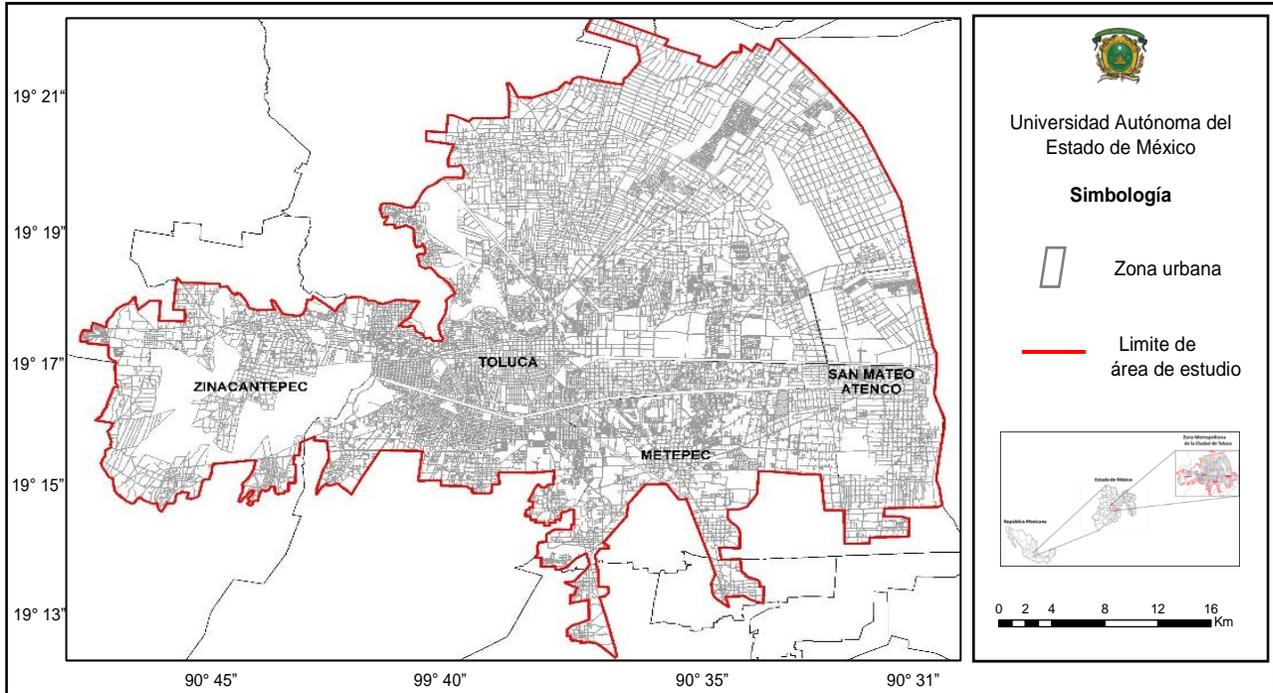
El Enfoque del Marco Lógico, trata de determinar las acciones que se deben emprender y las relaciones o vínculos lógicos existentes entre los elementos de un proyecto (objetivos resultados, actividades, recursos e hipótesis o condiciones), dando como producto un esquema normalizado de presentación del proyecto (Matriz de Planificación de Proyecto).

La propuesta para mejorar la calidad de vida en la ZMCT consistió en correlacionar las temáticas desarrolladas de las áreas verdes, contaminación atmosférica y grado de marginación, indicando las soluciones y alternativas para mejorar la calidad de vida y bienestar ambiental, mediante incremento de áreas verdes, minimizar la contaminación y minimizar el grado de marginación de la población con carencias básicas y de calidad en el entorno donde habitan.

3.1. Caracterización Geográfica y Ambiental de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca

La Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca se localiza en la parte central del Estado de México, entre los paralelos 18°59'07" y 19°34'47" de latitud norte y los meridianos 99°38'22" y 99°56'13" de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich (figura 1).

Figura 1. Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.



Fuente: Elaboración propia, INEGI 2017.

Sobre el área de estudio el IIIGECM (2017, entrevista oral y personal) no considera criterios específicos para delimitar las zonas metropolitanas. Por su parte el INEGI (2017) resalta cartográficamente con polígonos toda el área urbana dentro de los municipios referidos que son porciones de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, es sobre esta línea que se delimitó el área de estudio (ZMCT), debido a que en estas áreas se interconectan de manera muy compleja las zonas ya urbanizadas con las que se encuentran en proceso de urbanización. Cabe mejor aclarar que el límite del área de estudio acotado con la línea roja, deja fuera al Parque Sierra Morelos que no se consideró dentro de la ZMCT, y que debido a su dimensión superficial no fue incluido entre las áreas verdes urbanas, debido a sus características diferentes a las de un parque en el contexto

urbanizado, es decir donde hay viviendas, calles, avenidas, camellones, además de los criterios de una localidad en la que se encuentran barrios, colonias y conjuntos residenciales, toda una infraestructura en la que prevalecen los servicios públicos. Sin embargo, es muy importante el Parque Sierra Morelos para el beneficio ecosistémico y recreativo de la población de la zona, principalmente en la porción cercana de los municipios de Toluca y Zinacantepec, dada la creciente urbanización de asentamientos humanos.

En esta investigación el área de estudio que se ha denominado “Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca” está comprendida por cuatro municipios, se localiza en la parte centro y está inmersa en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca que abarca 16 municipios, de acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente, del Gobierno del Estado de México (2017) y al programa PROAIRE (2012-2017) La zona de estudio incluye porciones de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Zinacantepec. Forman parte del área urbanizada donde se pretende realizar el análisis de las áreas verdes, dinámica de los contaminantes atmosféricos y el grado de marginación en la ZMCT. El análisis de los contaminantes del aire, dado que se hizo a partir de los datos disponibles en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de Toluca (RAMA), que tiene estaciones de monitoreo instaladas en los municipios de Toluca (4 estaciones), Metepec (2 estaciones) y San Mateo Atenco (1 estación), aunque Zinacantepec no cuenta con estaciones de monitoreo, se incluye dentro del área, donde se encuentran estas estaciones en el contexto del área de estudio.

Cabe aclarar que los municipios de Almoloya de Juárez, Otzolotepec, Lerma y Mexicaltzingo, integran muy pequeñas porciones de la ZMCT, pero para fines representativos en el contexto del área de estudio, los resultados se enfatizaron a los municipios con mayor número de áreas verdes afines a la representación cartográfica de mancha urbana y con uso del suelo mixto urbano agrícola que hay en la ZMCT. Así mismo los estudios respecto la contaminación atmosférica y el grado de marginación, se acotaron dentro de la ZMCT.

En la tabla 12 se observa la superficie total que conforman los cuatro municipios de la ZMCT suman 509.51 km², esta superficie se encuentra conformada en su mayoría por establecimientos humanos con altas densidades de población, sobre todo en las cabeceras municipales que comprenden este espacio geográfico. Esta variación se asocia con los

procesos de urbanización e industrialización y el incremento de la población en las últimas décadas. Estos espacios están destinados para la población y vivienda, establecimientos comerciales centros educativos y administrativos e industrias.

Tabla 12. Características generales de los municipios que conforman la Zona Metropolitana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca

| No. | Municipios | Superficie (km ²) | Superficie del municipio dentro de la ZMCT (Km ²) |
|-----|------------------|-------------------------------|---|
| 1 | Metepec | 70.5 | 45.9 |
| 2 | San Mateo Atenco | 12.6 | 12.6 |
| 3 | Toluca | 420.1 | 179.6 |
| 4 | Zinacantepec | 308.7 | 50.8 |

Fuente: Elaboración propia e Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca (2017).

El proceso de urbanización en la ZMCT ha favorecido que los asentamientos humanos principalmente los ubicados en las cabeceras municipales se encuentran intercomunicados a través de las carreteras pavimentadas y carreteras de terracería. El acceso principal a las cabeceras municipales de la ZMCT se realiza mediante carreteras pavimentadas. Estas se encuentran en buen estado, son transitables con flujo vehicular en abundancia; la apertura de otras vías de comunicación y acceso hacia comunidades rurales de la zona de estudio continúan creciendo. Las cuatro cabeceras municipales que comprende la ZMCT están muy bien favorecidas en el contexto estatal, pues la infraestructura que se emplea en su intercomunicación es adecuada, en comparación con la región Sur y Norte del estado, situación que influye en la equidad y accesibilidad a los servicios de salud principalmente de las comunidades más pobladas y menos favorecidas (Juan, 2007 en Camacho 2011).

Las principales vías de acceso de la ZMCT parten de la ciudad de Toluca comunicando en su trayecto a otras ciudades, pueblos y comunidades, como es el caso de las carreteras que conducen hacia las Ciudad de México Paseo Tollocan es otra vía de comunicación importante ya que también comunica a varias cabeceras municipales de la entidad mexiquense. Hacia el Sur, una de las vialidades conduce hacia Ixtapan de la Sal y el Estado de Guerrero. Por el Oriente la carretera Ruta de la Independencia Bicentenario, une en su paso a otros asentamientos humanos del estado de México. A partir de estas carreteras existen otras de menor importancia con ramales que forman una red de caminos en toda la zona, sin embargo, existen algunas comunidades alejadas de las zonas urbanas del Estado

que aún no cuentan con infraestructura en buenas condiciones para facilitar de manera rápida y eficiente la comunicación.

3.1.1 Aspectos Físico-bióticos

De acuerdo a PROAIRE (2012-2017) la Zona Metropolitana del Valle de Toluca está rodeada por grandes sierras y aparatos volcánicos individuales, entre ellos se encuentra: al suroeste, la Sierra Nevado de Toluca; al este, la Sierra de las Cruces y Sierra de Ocoyotepec; al noreste, la Sierra de Monte Alto y al sur, la Sierra Matlazincas; además se encuentran en forma aislada algunas elevaciones, entre las que destaca, el volcán Molcajete en la Sierra Morelos, al noreste del municipio de Toluca, de la cual dentro de esta cobertura se analiza la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, se menciona que la topografía dentro de la ZMCT solo se hace referencia dentro de los resultados, ya que las elevaciones dentro de este contexto son descriptivas y referidas en torno a las áreas verdes representadas en los mapas.

La red hidrológica se integra por los afluentes naturales, manantiales, ríos y arroyos y la infraestructura hidráulica existente, destacando principalmente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, cabe hacer mención que no se hace referencia amplia de los cuerpos de agua para esta investigación.

El tipo de clima que predomina en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, pertenece al grupo de los climas templados y corresponde al C (w2) (w)b (i)g además de climas semifrío y frío. Abarca una porción de la zona que es relativamente plana en la cuenca del curso del Río Lerma (Morales, 2002).

Las temperaturas de invierno (diciembre, enero y febrero) fluctúan entre los 3 °C y los 11°C en lo que respecta a la ciudad de Toluca y zona metropolitana, en verano predominan entre 5 °C y 18 °C (García 1981). La distribución de la temperatura de invierno y verano en isotermas con valores de 10 °C y 11 °C, la más baja se encamina hacia el centro de la ciudad y suroeste de la misma, sobre todo en las partes altas. En esta misma área donde la temperatura media de verano configura las isotermas 14 °C y 15 °C, en zonas bajas de la ciudad de Toluca, es decir en la menor altitud y la temperatura de menor promedio se manifiesta en la dirección suroeste perfilando hacia el Nevado de Toluca. La temperatura

es mayor en el centro de la ciudad que en los alrededores, donde se observan construcciones edificadas de cemento y pavimento en las calles. Lo cual hace patente que el incremento de calor en áreas con mayor infraestructura se traslade a las áreas rurales y mixto urbano agrícolas amplias, sin conglomerado de construcciones. Puesto que el calor almacenado del día lo dispersa el área urbana en la noche. Además de la energía calórica por vehículos e industria cercana (Gobierno del Estado de México, 2017).

Las temperaturas máximas que ocurren entre el mes de marzo y el mes de mayo se deben al aparente movimiento del sol hacia el cenit de esta latitud (19° 17"). Pero también la escasa humedad relativa y el déficit de nubosidad permiten el libre paso de la radiación solar en la superficie terrestre. Las temperaturas máximas del día de verano están entre las 14 y 16 horas, lo que conduce a la formación de fenómenos convectivos aceleradores que dispersan los gases al ascender a partes altas de la atmósfera, ya que a partir de las 17 horas desciende la temperatura y por tanto los gases al volverse fríos y pesados suelen sedimentarse a varios kilómetros de su lugar de origen.

Cabe aclarar que las temperaturas de invierno descienden por las tardes, pero por las mañanas no escapa el calor a la atmósfera tan fácilmente. Siendo retenida por átomos de los contaminantes suspendidos en la atmósfera cerca del piso, hasta 300 u 800 metros de altura, en esta temporada del año incrementa en el día, pero baja por la noche o madrugada al irradiarse el calor del suelo, que se pierde con facilidad del pavimento. El descenso de la temperatura en invierno no solo se debe a los vientos del norte, es decir, masas de aire polar frío que se desplazan de la alta presión del norte frío y seco provenientes del sur de Canadá hacia el mar de las Antillas, formándose los llamados "nortes" en el Golfo de México y las llamadas "ondas frías" en la porción norte del país, ingresadas por la costa y repercuten hacia el centro del país, respecto a información del servicio Meteorológico Nacional proporcionada por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de Toluca, para sus informes periódicos.

La dinámica de la temperatura de los meses de un año determinado involucra ciclos térmicos de las cuatro estaciones del año, siendo evidentes los meses de marzo, abril y mayo para primavera; junio, julio y agosto de verano; septiembre, octubre y noviembre de otoño; diciembre, enero y febrero de invierno. Hay un claro contraste entre invierno y verano

pues las estaciones de primavera y otoño son imparciales en cuanto a fenómenos atmosféricos extraordinarios, típicos de invierno por las bajas temperaturas, y en verano son habituales, manteniendo un balance térmico junto con la humedad. Además, en verano aumenta la temperatura de los días, ya que el sol se vislumbra en el horizonte, pues los días son más largos y las noches más cortas.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de $-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ y rara vez baja a menos de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ o sube a más de $26\text{ }^{\circ}\text{C}$., debido a la radiación emitida del sol a lo largo del día. Referente a la temperatura media de meses se determina la temperatura de un año en general, para indicar si la temperatura mantiene el nivel continuo de los demás años o tiende a incrementarse o disminuir, en ocasiones la disminución se debe a movimientos inéditos de la rotación de la Tierra, y cuando la temperatura se incrementa, es porque el sol aumento su actividad, lo cual repercute en la superficie de la tierra con los otros fenómenos más complejos (fenómeno del niño).

En invierno las precipitaciones son escasas o nulas y permiten poca renovación de la atmósfera, elevando los valores de los contaminantes. Representando menos de 10% en relación con el valor medio anual, las isoyetas que oscilan entre los 20 mm y 40 mm; son lluvias típicas de los frentes fríos que llegan del norte en esta época, se incrementa hacia el suroeste de la Ciudad de Toluca. En invierno, los sistemas más importantes son el desplazamiento de frentes fríos y masas de aire polar, sin embargo, debido a su altitud la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca es afectada únicamente cuando estos fenómenos son intensos y la velocidad de la masa del aire frío es suficiente para rebasar la Sierra Madre Oriental, así mismo, es esta época cuando se presentan con mayor frecuencia sistemas atmosféricos que provocan condiciones desfavorables para la dispersión de contaminantes y que son denominados sistemas anticiclónicos, localizados principalmente en los niveles medios y superiores de la troposfera.

Las precipitaciones medias de verano se distribuyen en el Valle de Toluca, con medidas que fluctúan entre 140 mm y 200 mm, valores altos están sobre las principales elevaciones orográficas y valores bajos se configuran en la porción baja y norte de la ciudad. Durante la época de verano, el paso constante de ondas tropicales y la aproximación de ciclones

tropicales son comunes, tales sistemas meteorológicos contribuyen con su intensidad, en nublados y lluvias abundantes sobre la zona.

En la segunda quincena de mayo se presentan las primeras precipitaciones, las cuales se originan por procesos de altas presiones, ya que en verano es cuando los rayos solares caen directamente en el continente, es decir, el sol se encuentra en el cenit, produciendo en los continentes enormes centros de elevada temperatura y, por lo tanto, baja presión atmosférica y sobre los mares, Océano Pacífico y el Golfo de México se encuentran centros de alta presión oceánica, hacia centros de baja presión del continente y por consiguiente, son vientos húmedos, llevando con ellos humedad lo que da origen a las nubes y a las lluvias posteriores.

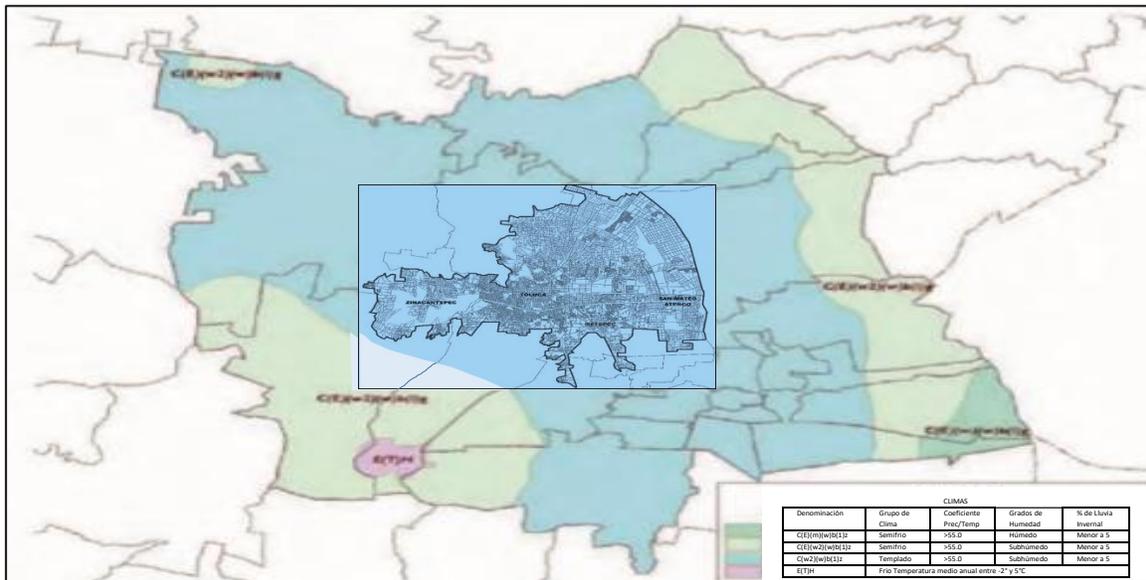
Los fenómenos convectivos y los vientos que afectan al periodo de lluvias tienen un gran dinamismo, pero no tienen la capacidad total de limpiar la atmósfera contaminada en invierno. Sin embargo, en el momento que comienzan las precipitaciones, las sustancias tóxicas se adhieren al vapor de agua y caen con el agua. Así, las lluvias representan el agente más eficaz para limpiar el aire sucio.

La humedad relativa está dada por el vapor de agua contenida en la atmósfera concentrando la mayor proporción y con ello la precipitación, habiendo un claro contraste en las estaciones de invierno y verano particularmente en la concentración horaria, siendo que son días indeterminados para ejemplificar los porcentajes que se registran en las distintas horas, en similitud se aprecia que la mayor concentración se presenta a partir de las 5 horas y desciende en horas posteriores al medio día. La semejanza del porcentaje de invierno es debido a que cerca del suelo la humedad y la neblina, están presentes junto con la bruma de manera estable en horas de la mañana, esfumándose en el transcurso del día y llegando a un mínimo después de las 14 horas. La humedad relativa aumenta gradualmente hacia las áreas adyacentes, favoreciendo la intensificación de contrastes térmicos ciudad/campo.

En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por E. García (1964), están presentes tres tipos de clima: templado húmedo, semifrío subhúmedo y frío (figura 2 y 3). El clima templado húmedo [C(W₂)(w)b(i)g] abarca la mayor parte de los municipios que corresponden a la Zona Metropolitana de la

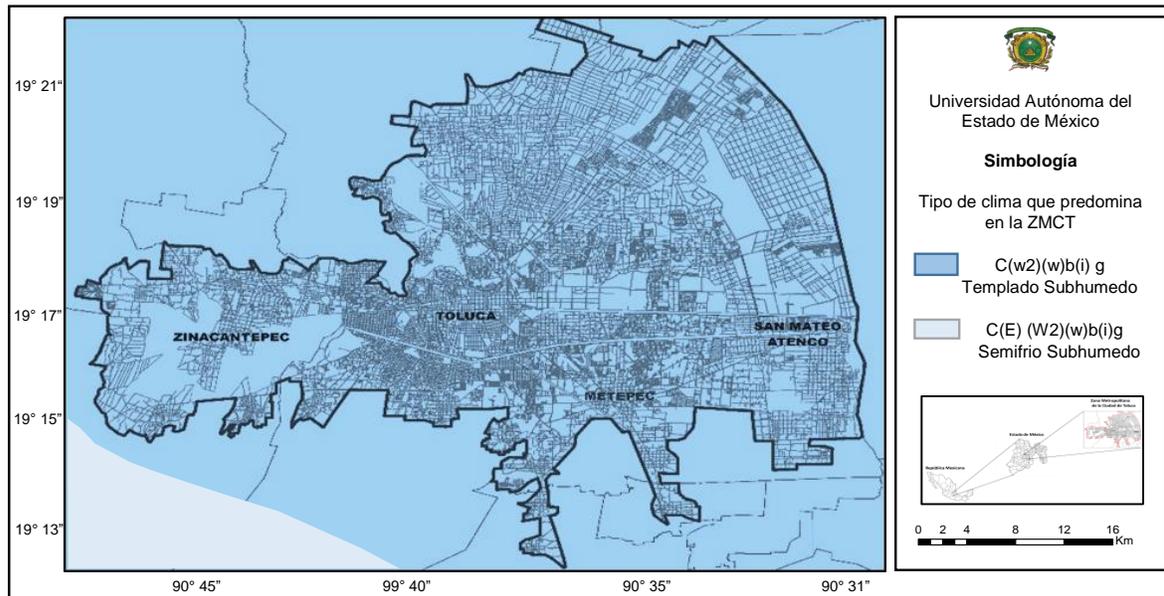
Ciudad de Toluca. El clima semifrío [C(E)] presenta dos subtipos: El semifrío subhúmedo [C(E) (W₂)(w)b(i)g], característico de aquellas zonas con altitud considerable, como el Nevado de Toluca, la Sierra de Monte Alto y la Sierra de las Cruces y el semifrío húmedo [C(E)(m)(w)b(i) g], que se localiza solamente en una porción próxima al del municipio de Xalatlaco. El clima frío [E(T) H], es característico de zonas altas, como en el volcán Nevado de Toluca, Gobierno del Estado de México (2017).

Figura 2. Tipos de climas que predominan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca en el contexto del Valle de Toluca.



Fuente: Elaboración propia 2018, PROAIRE 2012-2017, Gobierno del Estado de México

Figura 3. Tipos de climas que predominan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.



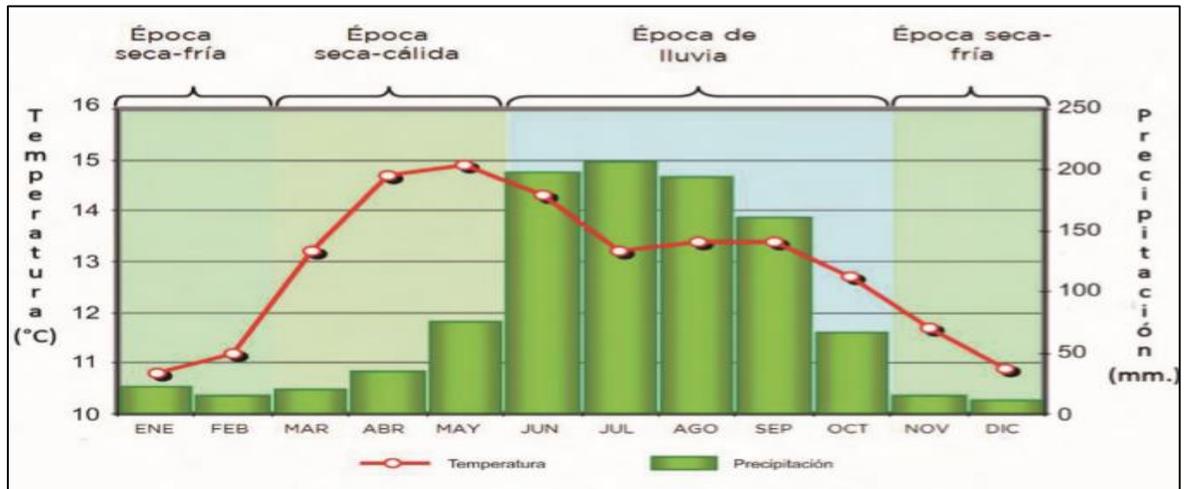
Fuente: elaboración propia 2018, PROAIRE 2012-2017, Gobierno del Estado de México

En la zona de estudio se presentan tres épocas climatológicas por la regularidad que guarda el tiempo atmosférico a lo largo del año:

1. Época seca-fría, expresa la temperatura promedio mensual más baja durante el año y comprende los meses de noviembre a febrero, con un rango de entre 9° y 11° C. Las heladas son un fenómeno meteorológico importante que se presenta en los alrededores de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, y que está relacionado con las bajas temperaturas, registradas periódicamente, y las nevadas, en forma ocasional por las temperaturas bajo cero registradas en esta época.
2. Época seca-cálida, dentro de los meses de marzo a mayo se presenta un ascenso en la temperatura hasta llegar a los 15° C, siendo la temperatura media que se expresa como máxima en la zona a lo largo del año. Durante estas dos épocas, la precipitación pluvial es poco significativa con registros inferiores a los 40 mm de precipitación.
3. Época de lluvia, definida por los meses de junio a octubre, se caracteriza por la presencia de precipitaciones que se desarrollan con un rango de entre 160 y 210 mm. En cuanto a la temperatura de esta época, se manifiesta un decremento para mantenerse entre los 11° y 13° C.

A partir de una serie de datos, se presenta el Climograma que muestra la variación de la temperatura promedio mensual y la precipitación pluvial sobre el espacio geográfico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca (gráfica 2).

Gráfica 2. Climograma, con base en la estación climatológica “Toluca”.

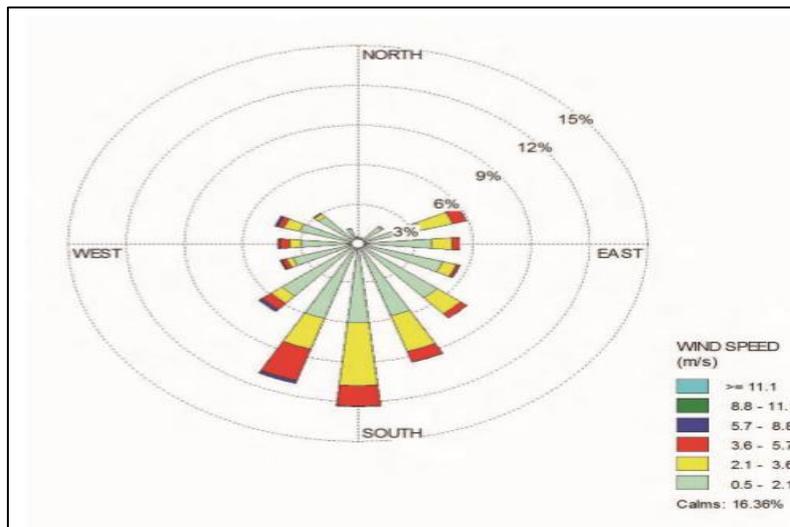


Fuente: Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca PROAIRE (2012-2017).

Por su posición geográfica con respecto al territorio nacional, la Zona Metropolitana del Ciudad de Toluca se encuentra bajo la influencia de sistemas meteorológicos tropicales durante la época de lluvia. El paso constante de ondas y ciclones tropicales aportan la humedad más importante del año en forma de nublados y lluvias abundantes sobre la zona; lo cual contribuye a la remoción de los contaminantes presentes en la atmósfera. En la época seca/fría el desplazamiento de frentes fríos y masas de aire polar son los sistemas meteorológicos que predominan; cuando son intensos estos fenómenos, la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca se ve afectada con sistemas anticiclónicos (tiempo atmosférico estable y seco) que pueden generar inversiones térmicas, originando condiciones desfavorables para la dispersión de los contaminantes. La Zona Metropolitana de la Ciudad Toluca no está encerrada por completo por barreras naturales como sucede con la Zona Metropolitana del Valle de México, lo cual favorece la circulación del viento y, por tanto, su ventilación se ve favorecida la mayor parte del año.

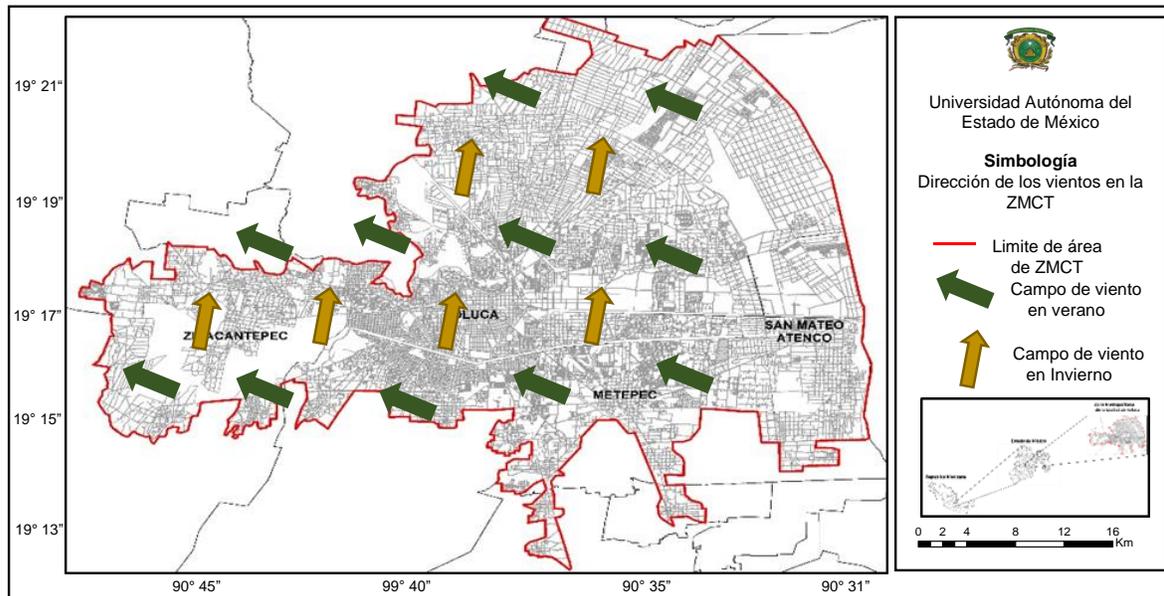
El registro de la distribución del viento a través de los años se refleja en la gráfica 3 de la rosa anual de vientos, que hace manifiesto para el caso de la Zona Metropolitana del Ciudad de Toluca, una marcada dominancia de los vientos del sur y sureste (figura 4).

Gráfica 3. Rosa anual de vientos en la ZMCT.



Fuente: Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca PROAIRE (2012-2017)

Figura 4. Dinámica de vientos predominantes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.



Fuente: elaboración propia 2018, PROAIRE 2012-2017, Gobierno del Estado de México

Para cerrar el ciclo anual, se muestra la máxima expresión de los alisios durante la época de lluvia, cuya dinámica se expresa del este y sureste con dirección noroeste y norte.

Los vientos alisios son aquellos que soplan entre los trópicos. Estos vientos parten de zonas subtropicales de alta presión con rumbo a regiones ecuatoriales de baja presión: debido a la rotación del planeta, los vientos alisios se desvían hacia el oeste por el efecto Coriolis. El efecto Coriolis es la fuerza producida por la rotación de la Tierra en el espacio, que tiende a desviar la trayectoria de los objetos que se desplazan sobre la superficie terrestre; a la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda, en el sur.

Por otra parte, en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca están presentes dos, tipos de suelo de acuerdo con el mapa mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO-UNESCO). Los suelos con mayor extensión corresponden a los denominados: feozem, y andosol, localizados en la parte centro y sur del territorio; son importantes aquellos suelos susceptibles a los procesos de erosión, particularmente, la que es provocada por la acción del viento, pues ello contribuye a las emisiones de partículas. Entre los tipos de suelo que son susceptibles a la erosión eólica se encuentran:

1. Feozem. Localizado en zonas de acumulación de materiales en áreas de poca pendiente.
2. Andosol. Corresponde a las partes altas de la zona de estudio.

Tabla 13. Usos de suelo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.

| Usos de Suelo | Superficie | |
|---------------|-----------------|------|
| | Km ² | % |
| Agrícola | 1,696.9 | 63.6 |
| Urbano | 110.5 | 4.2 |
| Forestal | 518.9 | 19.4 |
| Otros | 343.2 | 12.8 |
| Total | 2,669.6 | 100 |

Fuente: Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca PROAIRE (2012-2017)

Entre los usos del suelo identificados, cuantificados y ubicados espacialmente, destacan los siguientes:

Área Urbana: Es el área habitada o urbanizada, es decir, la ciudad misma más el área contigua edificada, con usos de suelo de naturaleza no agrícola y que, partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas direcciones hasta ser interrumpida, en forma notoria, por terrenos de uso no urbano como bosques, sembradíos o cuerpos de agua.

Área Mixta Urbano-Agrícola: Es el caso del espacio rural y urbano que, si bien se diferencia por distintas variables, cada vez se va dificultando más identificar las fronteras por la gran interdependencia entre ambas y la expansión de la urbanización sobre los espacios rurales.

El espacio rural engloba en sí mismo el derecho a los bosques y a los terrenos agrícolas, y funciona también como residencia para la población que se dedica a cultivar el campo, que solo es una fracción, ya que cada vez con el avance de la urbanización, esta va disminuyendo. Con esto encontramos que cada vez es más difícil definir una sin la otra.

La agricultura urbana y periurbana ha sido definida como el cultivo de plantas y la cría de animales en el interior y en los alrededores de la ciudad. La agricultura urbana y periurbana proporciona productos alimentarios de distintos tipos de cultivos (granos, raíces, hortalizas, hongos, frutas), animales (aves, conejos, cabras, ovejas, ganado vacuno, y cerdos) así

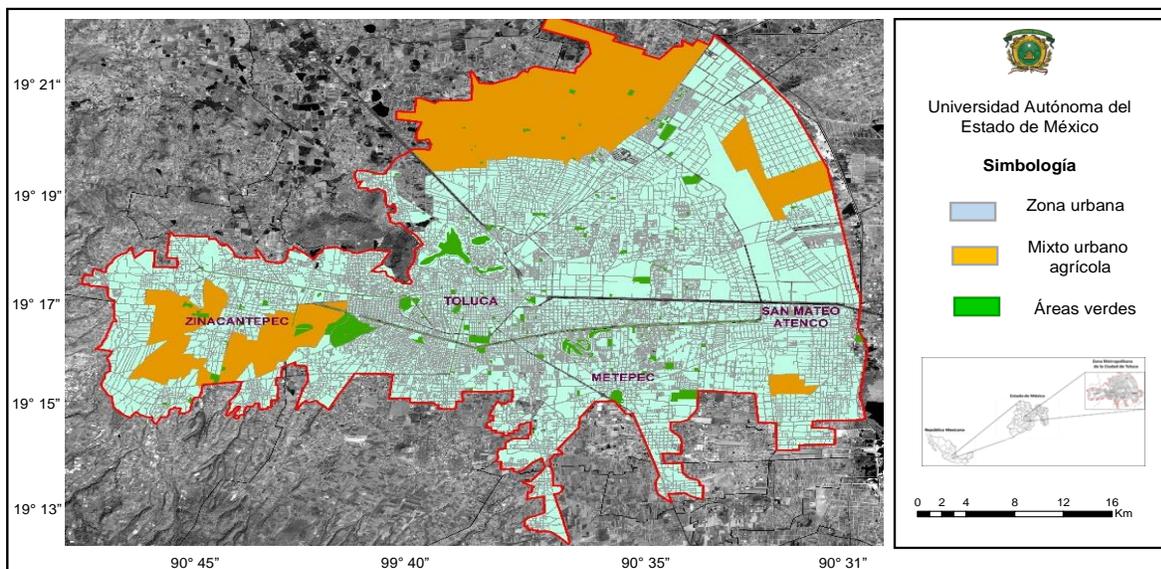
como productos no alimentarios (plantas aromáticas y medicinales, plantas ornamentales, productos de los árboles).

Históricamente, podemos encontrar que el nacimiento de la ciudad ocurrió por la necesidad de agrupar en un solo lugar las actividades que se crearon a partir de los excedentes del campo, pero que no estaban ligadas ya directamente a su producción, como sería el caso de las actividades secundarias y terciarias. Por esto podemos afirmar que la ciudad siempre se ha ido extendiendo y creando dentro del espacio rural, por ser este anterior al desarrollo de la ciudad. En la figura 5 se ubican espacialmente las áreas verdes de la ZMCT y se señalan también los espacios con uso mixto urbano-agrícola.

Debido a la variedad de climas, topografía, hidrología y tipos de suelo que hay en los municipios que conforman la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, existen todavía comunidades vegetales, entre las cuales destacan los árboles de encino, pino y sus asociaciones, así como pastizal y vegetación frutal.

Por otra parte, la amenaza para las áreas verdes, son el uso del fuego para quemar los pastizales, debido a que para la explotación agrícola se les quema durante la temporada seca del año.

Figura 5. Usos del suelo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.



Fuente: elaboración propia en base a INEGI 2010

3.1.2 Características Sociales

Una zona metropolitana está formada por una ciudad con una fuerte concentración demográfica que gradualmente expande su supremacía socioeconómica y política hacia una o varias unidades administrativas que se encuentran subordinadas, pues la alta concentración de actividades económicas, laborales y de servicios las hacen dependientes de la primera, enfatizando la interrelación socioeconómica directa entre centro periferia y viceversa, como concentración económica demográfica.

González y Larralde (2019) indican que en general, las características más importantes de las formaciones urbanas son: 1) el crecimiento de un espacio periférico dilatado: se da un cambio de escala de lo metropolitano a lo regional; 2) la discontinuidad del asentamiento; 3) la policentralidad; y 4) el alto grado de movilidad de personas, bienes e información. Este proceso desigual y diferenciado no se presenta en todas las ciudades, las cuales tienen ritmos y trayectorias (incluso retrocesos) propios.

González y Larralde (2019) sostienen que existen numerosas métricas de la forma urbana. La literatura es amplia en este sentido y no existe un consenso único sobre la distinción entre forma y estructura de las ciudades. Por ejemplo, de acuerdo con Yu-Hsin Tsai, la forma urbana puede analizarse con base en tres categorías: 1) densidad, 2) diversidad, y 3) patrón de la estructura espacial. Dentro de la última, el autor incluye tres atributos, expresados en categorías dicotómicas: estructura monocéntrica-policéntrica; centralizada-descentralizada y desarrollos continuos-discontinuos.

La propuesta identifica los campos de acción sensibles a dicha forma, para los cuales hay que asociar un sistema de medidas. Estos campos son: movilidad, uso del suelo, biodiversidad, energía, equidad, economía, entre otros aspectos. El sistema de indicadores se compone de seis grupos a) de intensidad, b) de distribución espacial, c) de proximidad, d) de conectividad, e) de diversidad, y f) de forma o geometría (González y Larralde, 2019).

Ibídem, (2019) agregan con base en los argumentos anteriores, se eligieron siete atributos para caracterizar la forma urbana de las ciudades mexicanas: 1) superficie urbana, 2) policentralidad, 3) compacidad, 4) densidad, 5) distribución del empleo, 6) diversidad, y 7) traza urbana. El estudio se basó en el análisis de una muestra de urbes seleccionadas por

su diversidad regional, demográfica y económica. Para este efecto, se recurrió a la definición de las ZM desarrollada por Sedesol et al. (2012), la cual arroja como resultado un total de 59 ciudades.

González y Larralde (2019) complementan que los resultados del índice de policentralidad (como una estructura espacial que tiene virtudes particulares en términos de justicia espacial distributiva) para las 59 ZM en México; como es de esperarse, se trata de la ZM del Valle de México. Luego se ubican Guadalajara, Monterrey y Toluca.

Respecto a la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca se vincula al contexto de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca que constituye la segunda mayor concentración poblacional de la entidad y a nivel nacional, después de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco. Está considerada como una de las metrópolis más importantes del país, de acuerdo al Sistema Nacional de Ciudades, que la cataloga dentro del rango de grandes ciudades. De acuerdo al Censo General de Población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) la población de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca pasó de un millón 917 mil habitantes en 2005, a dos millones 166 mil 24 en el año 2010, lo que representa un incremento de 8.85%.

Con base en las proyecciones del Consejo Estatal de Población (COESPO, 2010) se estima que en el año 2017 la población en Toluca el municipio más poblado rebase los 900 mil habitantes, seguido de Metepec con más de 220 mil habitantes (tabla 14).

Tabla 14. Crecimiento de la población de 2000 a 2010 y proyección al 2017

| No. | Municipio | Censo 2000 | Censo 2005 | Censo 2010 | PROYECCIONES | | |
|-----|------------------|------------|------------|------------|--------------|---------|---------|
| | | | | | 2013 | 2015 | 2017 |
| 1 | Toluca | 666,596 | 747,512 | 819,561 | 862,731 | 887,549 | 909,142 |
| 2 | Metepec | 194,463 | 206,005 | 214,162 | 219,309 | 222,210 | 224,69 |
| 3 | San Mateo Atenco | 59,647 | 66,740 | 66,568 | 76,251 | 78,362 | 80,196 |
| 4 | Zinacantepec | 121,850 | 136,167 | 167,759 | 182,159 | 190,573 | 198,011 |

Fuente: Estimaciones del COESPO, con base en los resultados del Censo General de Población y Vivienda (2010), PROAIRE 2012-2017.

La densidad de población de los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca contrasta considerablemente, debido principalmente a las diferencias en extensión territorial, la tabla 15 muestra a San Mateo Atenco con más de 5 mil individuos dentro de un kilómetro cuadrado, como el municipio más densamente poblado de la Zona Metropolitana

de la Ciudad de Toluca; en segundo lugar, Metepec con 3 mil habitantes y Toluca con 1 mil novecientos habitantes.

Tabla 15. Densidad de población en la ZMCT

| Municipios | Población | Superficie territorial (Km²) | Densidad (Habitante/Km²) |
|-------------------|------------------|--|--|
| Toluca | 819,561 | 420.1 | 1,950.6 |
| Metepec | 214,162 | 70.5 | 3,040.7 |
| San Mateo Atenco | 66,568 | 12.6 | 5,291.5 |
| Zinacantepec | 167,759 | 308.7 | 542.5 |

Fuente: Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática INEGI (2010) e Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca (2010), PROAIRE 2012-2017.

3.2 Diagnóstico sobre las áreas verdes en la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) de la distribución de parques, jardines y camellones urbanos en la Ciudad.

Sobre el área de estudio el IIIGECM (2017, entrevista oral) no considera criterios específicos para delimitar las zonas metropolitanas. Por su parte el INEGI (2017) resalta cartográficamente con un tono azul toda el área que considera urbana, es sobre esta línea que se delimitó el área de estudio (ZMCT). En la parte norte y suroeste de la zona, los procesos de urbanización son tan dinámicos que se optó por incluir tres grandes áreas dentro de la ZMCT, debido a que en estas áreas se intercalan de manera muy compleja las zonas ya urbanizadas con las que se encuentran en proceso de urbanización.

Las áreas verdes fueron incluidas en el análisis estadístico y espacial de acuerdo con los siguientes argumentos:

1. Inicialmente fueron clasificadas en cuatro categorías por el tipo de área verde: 1) Senda o camellón; 2) Parque Urbano; 3) Unidad Deportiva y 4) Área Verde Privada. Por el tipo de administración que tienen, se realizó una segunda clasificación: en estatal, municipal y privada
2. Por la superficie que ocupan, fueron consideradas sólo las áreas verdes con superficie mayor a 500 m²
3. Fueron consideradas todas las áreas verdes incluidas en el inventario municipal que registran las Direcciones de Medio Ambiente, en los Planes de Desarrollo Municipal de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, 2016-2018, y que se refieren al mantenimiento, conservación y restauración de los parques y jardines de los municipios mencionados.
4. Las áreas verdes estatales son relevantes por su tamaño y debido a que están circunscritas en estos municipios a través de su administración estatal, ya que interviene la Junta de Caminos del Estado de México para su mantenimiento para áreas verdes lineales de mayor relevancia, que coincide con las vías de importancia hacia otros municipios conurbados.

5. Las áreas verdes que se tomaron en consideración fueron seleccionadas por sus características ambientales y sociales, debido a que son de carácter público y favorecen la convivencia social y recreación de los habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.

Las áreas verdes que no se consideraron por no considerarse representativas fueron las áreas verdes que no aparecen en los Planes Municipales de Desarrollo, en el Plan Estatal de Desarrollo ni en la base de datos que cuenta el INEGI, ya que además de ser georeferenciadas y ubicadas geoespacialmente, fueron identificadas por su nombre.

En la tabla 16 se muestra el inventario de las áreas verdes en la ZMCT por categoría, tipo de administración, su nombre, el municipio al que pertenecen y su superficie (m²). En la figura 6 se muestra la distribución espacial de las mismas.

Tabla 16. Áreas verdes en la ZMCT

| ID | Categoría | Administración | Nombre | Superficie (m ²) | Municipio |
|----|---------------|----------------|----------------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | Parque urbano | municipal | Aurelio Venegas | 1,371 | Toluca |
| 2 | Parque urbano | municipal | Urawa | 42,740 | Toluca |
| 3 | Parque urbano | municipal | Izcalli-IPIEM | 1,309 | Toluca |
| 4 | Parque urbano | municipal | Sánchez Colín | 5,600 | Toluca |
| 5 | Parque urbano | municipal | Simón Bolívar | 4,134 | Toluca |
| 6 | Parque urbano | municipal | Ignacio Zaragoza | 4,696 | Toluca |
| 7 | Parque urbano | municipal | 2 de Marzo | 1,030 | Toluca |
| 8 | Parque urbano | municipal | Mario Colín | 1,800 | Toluca |
| 9 | Parque urbano | municipal | Santa Clara | 1,370 | Toluca |
| 10 | Parque urbano | municipal | Reforma | 11,586 | Toluca |
| 11 | Parque urbano | municipal | Héroes de Nacozari | 2,406 | Toluca |
| 12 | Parque urbano | municipal | Ignacio Ramírez Calzada | 1,218 | Toluca |
| 13 | Parque urbano | municipal | Cuauhtémoc Alameda | 29,403 | Toluca |
| 14 | Parque urbano | municipal | Hombres Ilustres | 1,030 | Toluca |
| 15 | Parque urbano | municipal | Carmen Serdán | 1,339 | Toluca |
| 16 | Parque urbano | municipal | Enrique Carniado | 2,457 | Toluca |
| 17 | Parque urbano | municipal | Centenario de la Educación | 6,500 | Toluca |
| 18 | Parque urbano | municipal | De la Mujer-Las Haciendas | 2,256 | Toluca |
| 19 | Parque urbano | municipal | Isauro Manuel Garrido | 1,093 | Toluca |
| 20 | Parque urbano | municipal | Adolfo López Mateos | 1,293 | Toluca |

| | | | | | |
|----|---------------|-----------|-----------------------------------|--------|--------|
| 21 | Parque urbano | municipal | Fidel Negrete | 21,925 | Toluca |
| 22 | Parque urbano | municipal | 18 de marzo | 51,140 | Toluca |
| 23 | Parque urbano | municipal | Juan Fernández Albarrán | 4,500 | Toluca |
| 24 | Parque urbano | municipal | Ignacio Manuel Altamirano | 4,736 | Toluca |
| 25 | Parque urbano | municipal | León Guzmán | 2,018 | Toluca |
| 26 | Parque urbano | municipal | Plutarco Elías calles Valle verde | 1,429 | Toluca |
| 27 | Parque urbano | municipal | Luis Donald Colosio | 42,640 | Toluca |
| 28 | Parque urbano | municipal | Miguel Salinas | 4,542 | Toluca |
| 29 | Parque urbano | municipal | Luis Camarena | 4,860 | Toluca |
| 30 | Parque urbano | municipal | Municipal | 24,975 | Toluca |
| 31 | Parque urbano | municipal | Independencia | 706 | Toluca |
| 32 | Parque urbano | municipal | Científicos | 7,945 | Toluca |
| 33 | Parque urbano | municipal | Leona Vicario | 4,500 | Toluca |
| 34 | Parque urbano | municipal | Guadalupe y Club Jardín | 1,224 | Toluca |
| 35 | Parque urbano | municipal | Hank González | 33,000 | Toluca |
| 36 | Parque urbano | municipal | La Mora | 4,835 | Toluca |
| 37 | Parque urbano | municipal | La Unión | 30,000 | Toluca |
| 38 | Parque urbano | municipal | San Luis Obispo | 2,400 | Toluca |
| 39 | Parque urbano | municipal | Sor Juana Inés de la Cruz | 630 | Toluca |
| 40 | Parque urbano | municipal | Josué Mirlo | 2,225 | Toluca |
| 41 | Parque urbano | municipal | Morelos | 1,339 | Toluca |
| 42 | Parque urbano | municipal | ISSEMYM | 1,620 | Toluca |
| 43 | Parque urbano | municipal | Vicente Guerrero | 43,421 | Toluca |
| 44 | Parque urbano | municipal | Caparroso | 3,006 | Toluca |
| 45 | Parque urbano | municipal | Ing. Anselmo Camacho Corralitos | 1,341 | Toluca |
| 46 | Parque urbano | municipal | El Trigo | 630 | Toluca |
| 47 | Parque urbano | municipal | Parque Ecológico Seminario | 73,564 | Toluca |
| 48 | Parque urbano | municipal | Emiliano Zapata | 1,800 | Toluca |
| 49 | Parque urbano | municipal | Parque Guelatao | 7,450 | Toluca |
| 50 | Parque urbano | municipal | Alameda Norte | 50,642 | Toluca |
| 51 | Parque urbano | municipal | Plaza Cívica San Buenaventura | 4,350 | Toluca |
| 52 | Parque urbano | municipal | Parque el Olimpo | 9,342 | Toluca |
| 53 | Parque urbano | municipal | Parque Cruz Comalco | 3,001 | Toluca |
| 54 | Parque urbano | municipal | Parque Sauces III | 9,932 | Toluca |
| 55 | Parque urbano | municipal | Parque las Yucas | 9,525 | Toluca |
| 56 | Parque urbano | municipal | Parque U los Sauces IV | 4,545 | Toluca |

| | | | | | |
|----|---------------|-----------|---|---------|----------|
| 57 | Parque urbano | municipal | Parque Ponciano Díaz | 10,290 | Toluca |
| 58 | Parque urbano | municipal | Parque Silverio Pérez | 13,079 | Toluca |
| 59 | Parque urbano | municipal | Parque y Canchas Santín | 6,987 | Toluca |
| 60 | Parque urbano | municipal | Parque adjunto Escuela Primaria Sor Juana Inés de la Cruz | 8,236 | Toluca |
| 61 | Parque urbano | municipal | José María Velasco | 900 | Toluca |
| 62 | Parque urbano | municipal | Leyes de Reforma Colonia Juárez | 2,500 | Toluca |
| 63 | Parque urbano | municipal | Ciudad Universitaria Cerro de Coatepec | 367,650 | Toluca |
| 64 | Parque urbano | municipal | Panteón de San Lorenzo Tepatlán | 55,208 | Toluca |
| 65 | Parque urbano | municipal | Panteón General | 80,842 | Toluca |
| 66 | Parque urbano | municipal | Panteón San Buenaventura | 19,933 | Toluca |
| 67 | Parque urbano | municipal | Panteón Santa Ana Tepatlán | 11,287 | Toluca |
| 68 | Parque urbano | municipal | Panteón de Oxtotitlán | 10,378 | Toluca |
| 69 | Parque urbano | municipal | Panteón de Santiago Miltepec | 7,600 | Toluca |
| 70 | Parque urbano | municipal | Capilla y camposanto Calixtlahuaca | 7,500 | Toluca |
| 71 | Parque urbano | municipal | Panteón Santa Cruz Azcapozaltongo | 5,940 | Toluca |
| 72 | Parque urbano | municipal | Panteón Delegación San Andrés Cuexcontitlán | 33,150 | Toluca |
| 73 | Parque urbano | municipal | Panteón Carmelita Delegación Santa Cruz Azcapozaltongo | 9,232 | Toluca |
| 74 | Parque urbano | municipal | Panteón de San Pedro Totoltepec | 12,345 | Toluca |
| 75 | Parque urbano | municipal | Panteón de Capultitlán | 14,973 | Toluca |
| 76 | Parque urbano | municipal | Capilla del Salvador San Cristóbal Huchochotlán | 2,403 | Toluca |
| 77 | Parque urbano | municipal | Cerro de los Magueyes | 124,950 | Meteppec |
| 78 | Parque urbano | municipal | La Providencia | 48,372 | Meteppec |
| 79 | Parque urbano | municipal | San José la Pila | 85,257 | Meteppec |
| 80 | Parque urbano | municipal | Parque Árbol de la Vida | 42,090 | Meteppec |
| 81 | Parque urbano | municipal | Parque Izcalli III | 8,533 | Meteppec |
| 82 | Parque urbano | municipal | Parque Pilares | 4,961 | Meteppec |
| 83 | Parque urbano | municipal | Parque Casa Blanca | 5,702 | Meteppec |
| 84 | Parque urbano | municipal | Parque Adolfo López Mateos | 3,807 | Meteppec |
| 85 | Parque urbano | municipal | Parque San Jerónimo | 9,284 | Meteppec |

| | | | | | |
|-----|---------------|-----------|--|------------------|--------------|
| 86 | Parque urbano | municipal | Parque Izcalli Avenida Gobernadores | 1,409 | Metepec |
| 87 | Parque urbano | municipal | Parque Izcalli V | 4,365 | Metepec |
| 88 | Parque urbano | municipal | Emiliano Zapata | 1,721 | Metepec |
| 89 | Parque urbano | municipal | Parque las Marinas | 4,430 | Metepec |
| 90 | Parque urbano | municipal | Parque Rancho San Lucas | 14,776 | Metepec |
| 91 | Parque urbano | municipal | Parque la Loma Infonavit San Francisco | 115,425 | Metepec |
| 92 | Parque urbano | municipal | Panteón San Francisco Coaxusco | 2,600 | Metepec |
| 93 | Parque urbano | municipal | Panteón San Jerónimo Chichahualco | 21,793 | Metepec |
| 94 | Parque urbano | municipal | Panteón de San Sebastián | 10,562 | Metepec |
| 95 | Parque urbano | municipal | Cerro del Murcielago | 57,144 | Zinacantepec |
| 96 | Parque urbano | municipal | Panteón Zinacantepec | 38,973 | Zinacantepec |
| 97 | Parque urbano | municipal | Panteón de San Juan de las Huertas | 13,207 | Zinacantepec |
| 98 | Parque urbano | municipal | Plaza Constitución | 4,342 | Zinacantepec |
| 99 | Parque urbano | municipal | División del Norte (López Portillo) Zinacantepec | 20,530 | Zinacantepec |
| 100 | Parque urbano | municipal | Ex Hacienda San José Barbabosa | 176,077 | Zinacantepec |
| 101 | Parque urbano | municipal | Unidad Cultural SNTE | 105,422 | Zinacantepec |
| 102 | Parque urbano | municipal | Colegio Allegra Montesori | 49,001 | Zinacantepec |
| 103 | Parque urbano | municipal | Primer Agrupamiento Montado Zinacantepec | 84,610 | Zinacantepec |
| 104 | Parque urbano | municipal | Calzada la Huerta | 7,966 | Zinacantepec |
| 105 | Parque urbano | municipal | Campo 1 San Juan | 12,660 | Zinacantepec |
| 106 | Parque urbano | municipal | Iglesia de San Juan Bautista | 2,600 | Zinacantepec |
| | | | | 2,355,871 | |
| 107 | Senda | municipal | Camellón Vicente Guerrero | 13,904 | Toluca |
| 108 | Senda | municipal | Camellón Universidad | 3,272 | Toluca |
| 109 | Senda | municipal | Camellón Venustiano Carranza | 17,701 | Toluca |
| 110 | Senda | municipal | Camellón Paseo Colón | 44,150 | Toluca |
| 111 | Senda | municipal | Camellón Isidro Fabela | 86,174 | Toluca |
| 112 | Senda | municipal | Camellón Av. Hidalgo | 38,971 | Toluca |
| 113 | Senda | municipal | Camellón General Emiliano Zapata | 7,225 | Toluca |

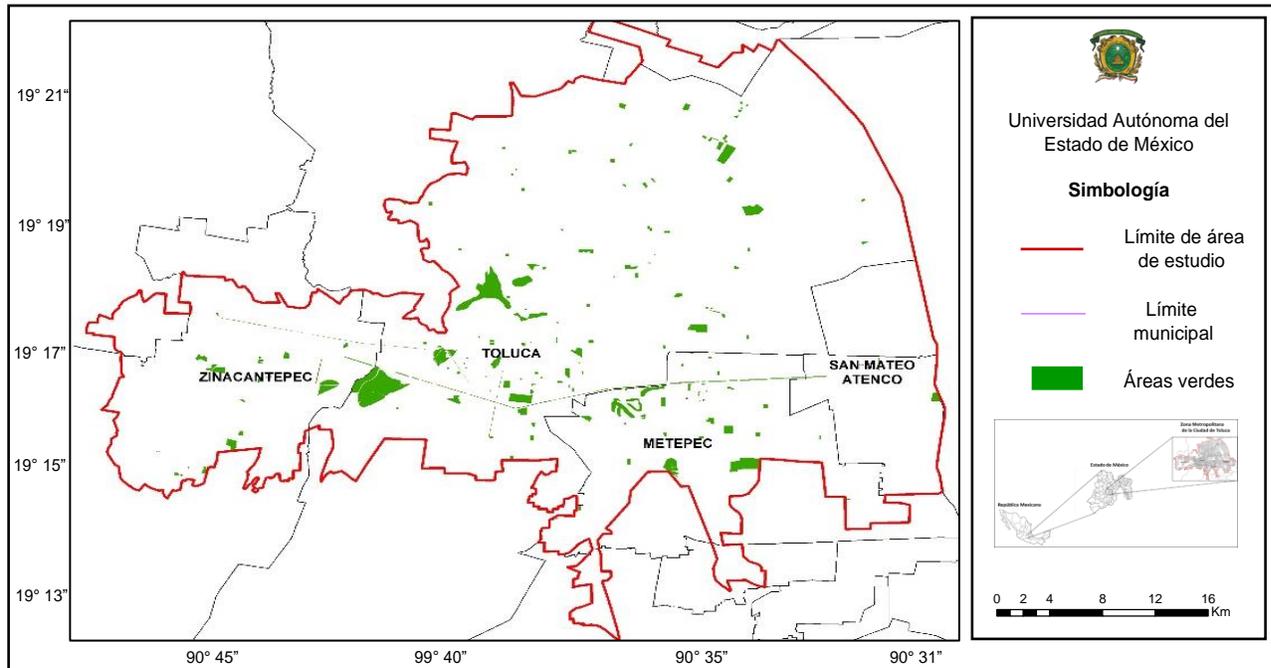
| | | | | | |
|-----|---------------|-----------|---|------------------|------------------|
| 114 | Senda | municipal | Camellón Manuel Altamirano | 1,511 | Toluca |
| 115 | Senda | municipal | Avenida Arboleda (Santín) | 16,659 | Toluca |
| 116 | Senda | municipal | Parque Santín | 6,278 | San Mateo Atenco |
| 117 | Senda | municipal | Camellón Hacienda Santa Elena | 11,973 | San Mateo Atenco |
| | | | | 247,818 | |
| 118 | Parque urbano | estatal | Matlazincas "El Calvario" | 101,250 | Toluca |
| 119 | Parque urbano | estatal | Parque Metropolitano Bicentenario | 220,792 | Toluca |
| 120 | Parque urbano | estatal | Alameda 2000 | 1,200,000 | Toluca |
| 121 | Parque urbano | estatal | Parque Ambiental Bicentenario | 396,525 | Meteppec |
| 122 | Parque urbano | estatal | Sedagro | 514,635 | Meteppec |
| | | | | 2,433,202 | |
| 123 | Senda | estatal | Camellón Paseo Tollocan | 1,238,423 | Toluca |
| 124 | Senda | estatal | Boulevard Solidaridad las Torres | 457,187 | Toluca |
| 125 | Senda | estatal | Camellón López portillo | 193,483 | Toluca |
| 126 | Senda | estatal | Camellón Adolfo López Mateos | 75,270 | Toluca |
| 127 | Senda | estatal | Camellón Calzada al Pacifico | 68,438 | Toluca |
| 128 | Senda | estatal | Vialidad Toluca Tenango | 127,792 | Toluca |
| | | | | 2,160,593 | |
| 129 | Parque urbano | privado | Parque los Héroes parque Industrial el Coecillo | 8,624 | Toluca |
| 130 | Parque urbano | privado | Hacienda Vieja las Fuentes | 31,480 | Toluca |
| 131 | Parque urbano | privado | Instituto México de Toluca | 11,298 | Toluca |
| 132 | Parque urbano | privado | ESTIC No.69 | 4,631 | Toluca |
| 133 | Parque urbano | privado | Parroquia San Lorenzo Martir | 2,293 | Toluca |
| 134 | Parque urbano | Privado | Hipodromo Hacienda Santin | 445,117 | Toluca |
| 135 | Parque urbano | Privado | Hacienda SantIn (Rancho Santín) | 119,572 | Toluca |
| 136 | Parque urbano | privado | Club Toluca | 15,034 | Toluca |
| 137 | Parque urbano | privado | Ex Hacienda del Carmen (Cervecería Cuauhtemoc) | 156,694 | Toluca |
| 138 | Parque urbano | privado | FCA Planta de Ensamble | 3,897 | Toluca |
| 139 | Parque urbano | privado | Planta Chysler | 14,323 | Toluca |

| | | | | | |
|-----|------------------|-----------|---|------------------|--------------|
| 140 | Parque urbano | privado | Club de Golf San Carlos | 422,401 | Metepec |
| 141 | Parque urbano | privado | casa del cerro Metepec | 24,689 | Metepec |
| 142 | Parque urbano | privado | Museo Virreinal de Zinacantepec | 24,135 | Zinacantepec |
| 143 | Parque urbano | privado | Templo de la Asunción Zinacantepec | 3,876 | Zinacantepec |
| 144 | Parque urbano | privado | Jardín Salón los Arcos (San Juan de las Huertas) | 4,894 | Zinacantepec |
| 145 | Parque urbano | privado | Ex Hacienda Tejalpa | 6,041 | Zinacantepec |
| | | | | 1,240,673 | |
| 146 | Unidad deportiva | municipal | Campo de futbol El Mirador | 11,077 | Toluca |
| 147 | Unidad deportiva | municipal | Campo de futbol El Mirador II | 7,350 | Toluca |
| 148 | Unidad deportiva | municipal | Campo de futbol San Andrés Cuxcontitlán | 7,408 | Toluca |
| 149 | Unidad deportiva | municipal | Campos de Futbol San Mateo Otzacatipan | 16,540 | Toluca |
| 150 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Poder Judicial | 44,390 | Toluca |
| 151 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Santa María Totoltepec | 7,688 | Toluca |
| 152 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva UAEM | 144,378 | Toluca |
| 153 | Unidad deportiva | municipal | Escuela Normal de Educación Física | 1,1500 | Toluca |
| 154 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Capulli | 18,000 | Toluca |
| 155 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Adolfo López Mateos UAEM | 59,654 | Toluca |
| 156 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Prof. Filiberto Navas Valdés | 13,266 | Toluca |
| 157 | Unidad deportiva | municipal | Canchas de Futbol Cerrillo Vista Hermosa | 14,386 | Toluca |
| 158 | Unidad deportiva | municipal | Escuela Municipal del Deporte San Cristóbal Huichochitlán | 28,480 | Toluca |
| 159 | Unidad deportiva | municipal | Campos de futbol adjunto al Centro Médico Adolfo López Mateos | 34,343 | Toluca |
| 160 | Unidad deportiva | municipal | Área de Juegos Residencial San José | 9,685 | Toluca |
| 161 | Unidad deportiva | municipal | Canchas de Basquetbol Residencial San José | 19,323 | Toluca |
| 162 | Unidad deportiva | municipal | Campo de Futbol el Sagradito San Miguel Totoltepec | 9,670 | Toluca |

| | | | | | |
|--|------------------|-----------|--|-------------------|------------------|
| 163 | Unidad deportiva | municipal | Campo de Futbol San Diego Oztzacatipan | 5,040 | Toluca |
| 164 | Unidad deportiva | municipal | Campo Cruz Azul San mateo Oztzacatipan | 1,809 | Toluca |
| 165 | Unidad deportiva | municipal | Campo adjunto Escuela Primaria Juan Fernández Albarrán | 6,044 | Toluca |
| 166 | Unidad deportiva | municipal | Campo de Futbol Villas Ángeles Toluca I | 7,235 | Toluca |
| 167 | Unidad deportiva | municipal | Campos de futbol Champions League y parque adjunto | 21,277 | Toluca |
| 168 | Unidad deportiva | municipal | Martín Alarcón Hisojo | 18,163 | Meteppec |
| 169 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Plaza Estado de México (Meteppec) | 9,185 | Meteppec |
| 170 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva las Marinas | 3,974 | Meteppec |
| 171 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Fuentes de San Gabriel | 2,665 | Meteppec |
| 172 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Barrio de San Mateo | 10,780 | Meteppec |
| 173 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva san salvador Tizatalli | 25,915 | Meteppec |
| 174 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva Colonia Agricola | 11,722 | Meteppec |
| 175 | Unidad deportiva | municipal | Unidad Deportiva de San Bartolomé Tlatlelulco | 12,985 | Meteppec |
| 176 | Unidad deportiva | municipal | Campo Meteppec "Jesús Lara" | 1,615 | Meteppec |
| 177 | Unidad deportiva | municipal | Flag campo de Futbol | 26,434 | Meteppec |
| 178 | Unidad deportiva | municipal | Canchas deportivas de San Mateo Atenco | 75,213 | San Mateo Atenco |
| 179 | Unidad deportiva | municipal | Parque Plaza Estado de México | 36,052 | Zinacantep ec |
| 180 | Unidad deportiva | municipal | Ciudad Deportiva | 16,689 | Zinacantep ec |
| 181 | Unidad deportiva | municipal | Campos de Futbol de Zinacantepec | 16,429 | Zinacantep ec |
| | | | | 766,364 | |
| Total de m ² de áreas verdes en la ZMCT | | | | 13,363,904 | |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 6. Distribución espacial de las Áreas Verdes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.



Fuente: Elaboración propia, INEGI e IIIGCEM

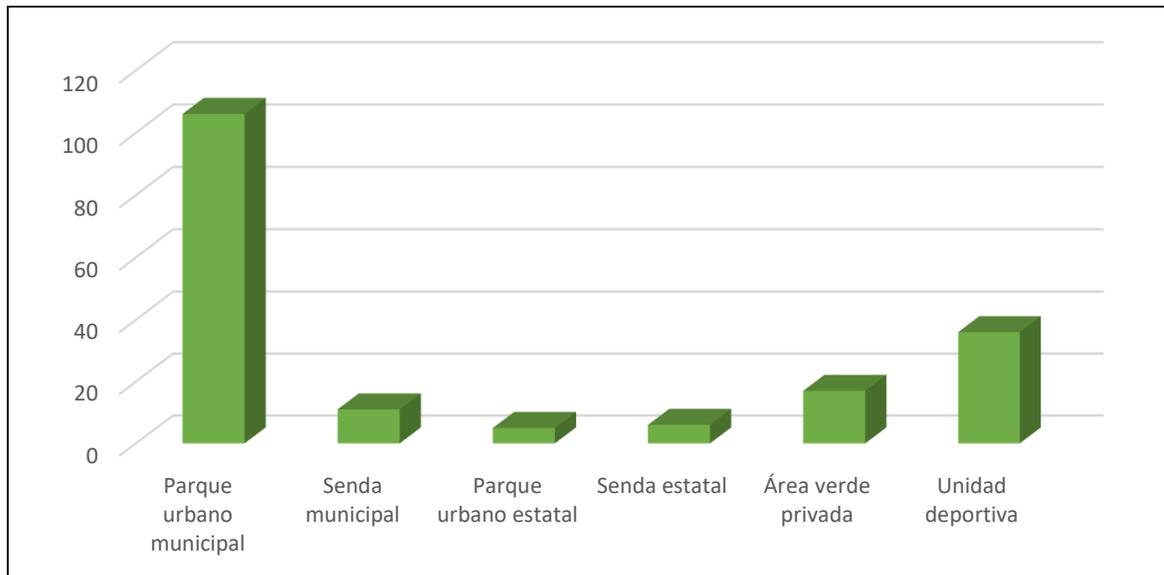
El análisis espacial y estadístico de las áreas Verdes en la ZMCT muestra que un mayor número de parques urbanos municipales (106), seguido de sendas municipales (11); la menor proporción la presentan los parques urbanos estatales (5), así como los lineales estatales (6) y de carácter privado (17). Existen (36) unidades deportivas en el área estudiada (tabla 17).

Tabla 17. Número de áreas verdes por categoría en la ZMCT

| Categoría del área verde | Número |
|--------------------------|--------|
| Parque urbano municipal | 106 |
| Senda municipal | 11 |
| Parque urbano estatal | 5 |
| Senda estatal | 6 |
| Área verde privada | 17 |
| Unidad deportiva | 36 |
| Total | 181 |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfica 4. Número de áreas verdes por categoría en la ZMCT



Fuente: Elaboración propia, 2019

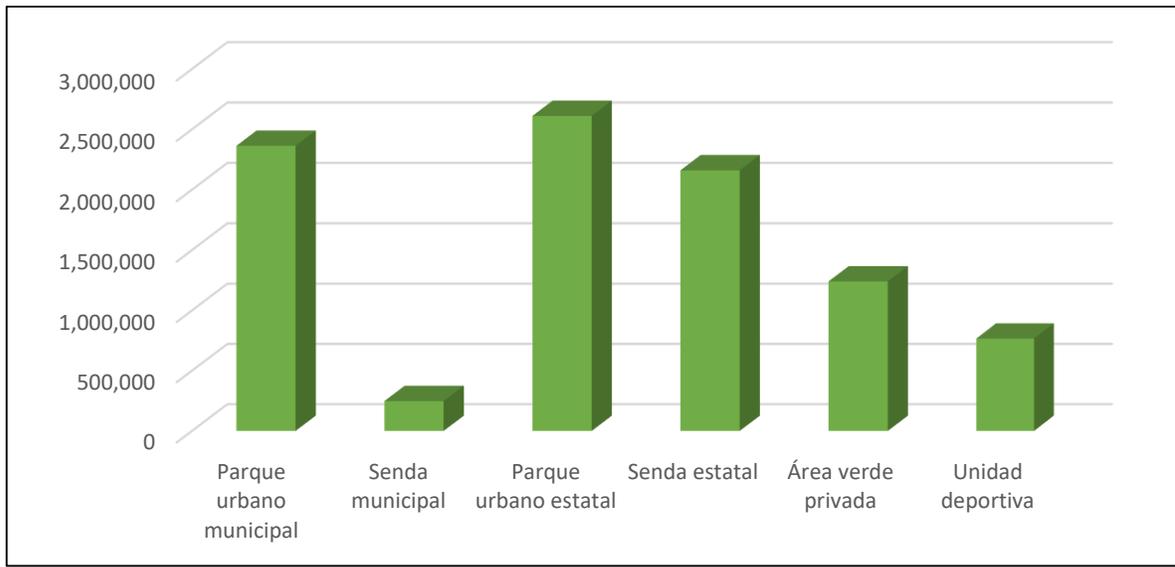
El análisis de la superficie ocupada por cada categoría muestra que, si bien en número las sendas municipales y estatales son mucho menos que los parques urbanos municipales, al ser estos muy pequeños, la superficie total ocupada por ambos tipos de áreas verdes es similar (2,355,871 m² de parques urbanos municipales y 247,818 de sendas municipales y 2,160,593m² de sendas estatales). Los cinco parques estatales ocupan una superficie de 6,534,259 m²; los privados 1,240,673m² y las unidades deportivas 776,364m² (tabla 18).

Tabla 18. Superficie de áreas verdes por categoría en la ZMCT (m2)

| Categoría del Área Verde | Superficie (m ²) |
|------------------------------|------------------------------|
| Parque urbano municipal | 2,355,871 |
| Senda municipal | 247,818 |
| Parque urbano estatal | 6,534,259 |
| Senda estatal | 2,160,593 |
| Parque urbano privado | 1,240,673 |
| Unidad deportiva municipales | 776,364 |
| Total | 13,305,578 |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 5. Superficie de áreas verdes por categoría en la ZMCT (m²)



Fuente: Elaboración propia, 2019.

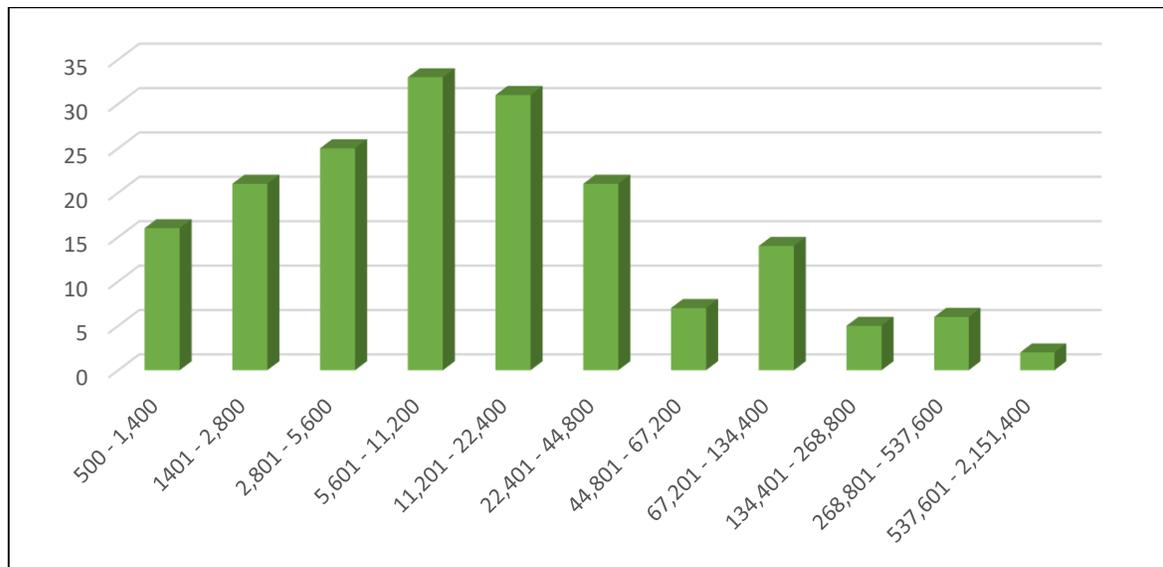
Casi la mitad de las áreas verdes tienen superficies entre 2,801 y 22,400m² (89 áreas verdes de un total de 181) y son espacios relativamente medianos, pero que en su condición de parque proporcionan las condiciones de un parque urbano, con presencia de plantas o jardines entre otros aspectos para el bienestar social (tabla 19).

Tabla 19. Número de áreas verdes en la ZMCT, agrupadas por su tamaño (m²)

| Superficie de las áreas verdes existentes (en rangos de m ²) | Número de áreas verdes |
|--|------------------------|
| 500 - 1,400 | 16 |
| 1401 - 2,800 | 21 |
| 2,801 - 5,600 | 25 |
| 5,601 - 11,200 | 33 |
| 11,201 - 22,400 | 31 |
| 22,401 - 44,800 | 21 |
| 44,801 - 67,200 | 7 |
| 67,201 - 134,400 | 14 |
| 134,401 - 268,800 | 5 |
| 268,801 - 537,600 | 6 |
| 537,601 - 2,151,400 | 2 |
| Total | 181 |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfica 6. Número de áreas verdes en la ZMCT, agrupadas por su tamaño (m²)



Fuente: Elaboración propia, 2019

El municipio con mayor número de áreas verdes en la ZMCT es el municipio de Toluca (128); seguido del municipio de Metepec (31). Los municipios de Zinacantepec (19) y San Mateo Atenco (3) presentan un número muy reducido comparado con los dos municipios anteriores (tabla 20). La mayor proporción de parques urbanos, así como el de sendas se observa en la zona central de la ZMCT, por el tipo de espacios públicos que se consideran dentro del municipio de Toluca, seguido del municipio de Metepec en el que concentra menor proporción de parques de carácter público particularmente en espacios para

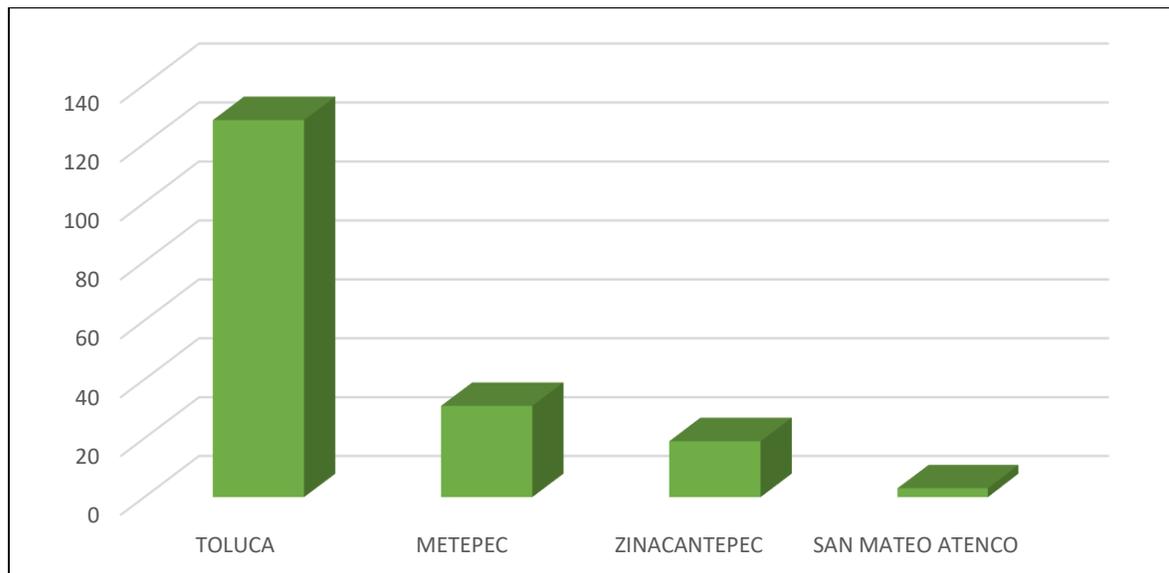
recreación o deporte, subsecuentemente en los municipios de Zinacantepec y San Mateo Atenco, no se observa una cantidad notable de parques o espacios verdes, en las porciones de estos municipios que se incluyen en la ZMCT.

Tabla 20. Número de áreas verdes por municipio en la ZMCT.

| Municipio | No. de Áreas Verdes |
|------------------|---------------------|
| Toluca | 128 |
| Metepec | 31 |
| Zinacantepec | 19 |
| San Mateo Atenco | 3 |
| Total | 181 |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfica 7. Número de áreas verdes por municipio en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia, 2019

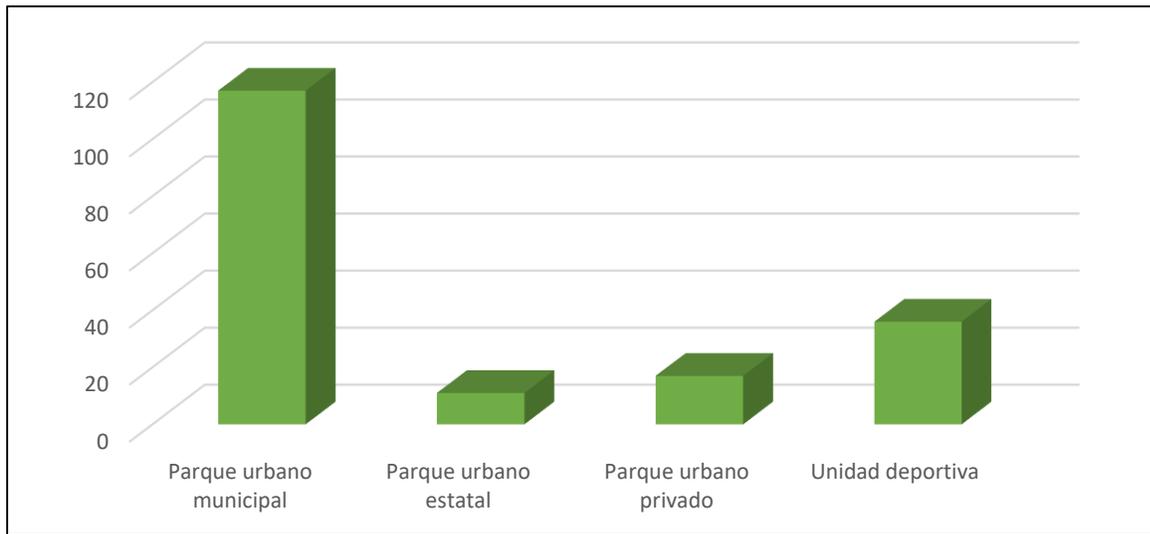
De acuerdo con el tipo de administración queda claro que predominan los parques municipales (117); en mucha menor proporción los parques estatales (11), mientras que solo se presentan (17) parques privados y unidades deportivas (36) (tabla 21).

Tabla 21. Número de áreas verdes por tipo de administración en la ZMCT.

| Categoría del área verde | No. de Áreas verdes |
|--------------------------|---------------------|
| Parque Municipal | 117 |
| Parque Estatal | 11 |
| Parque Privado | 17 |
| Unidad Deportiva | 36 |
| Total | 181 |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfica 8. Número de áreas verdes por tipo de administración en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia, 2019

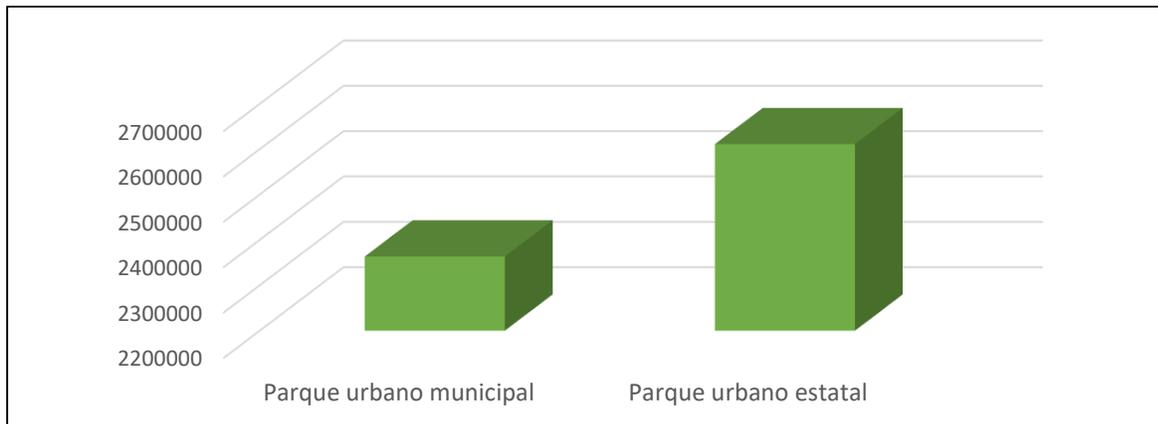
De acuerdo con la superficie ocupada por los parques urbanos de acuerdo con el tipo de administración, se observa que los parques urbanos municipales (2,355,871) muestran superficie casi igual, que los parques urbanos estatales (2,433,202) (tabla 22).

Tabla 22. Superficie de parques urbanos por tipo de administración

| Categoría del área verde | Superficie (m ²) |
|--------------------------|------------------------------|
| Parque urbano municipal | 2,355,871 |
| Parque urbano estatal | 2,433,202 |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfica 9. Superficie de parque urbano por tipo de administración en la ZMCT



Fuente: Elaboración propia, 2019

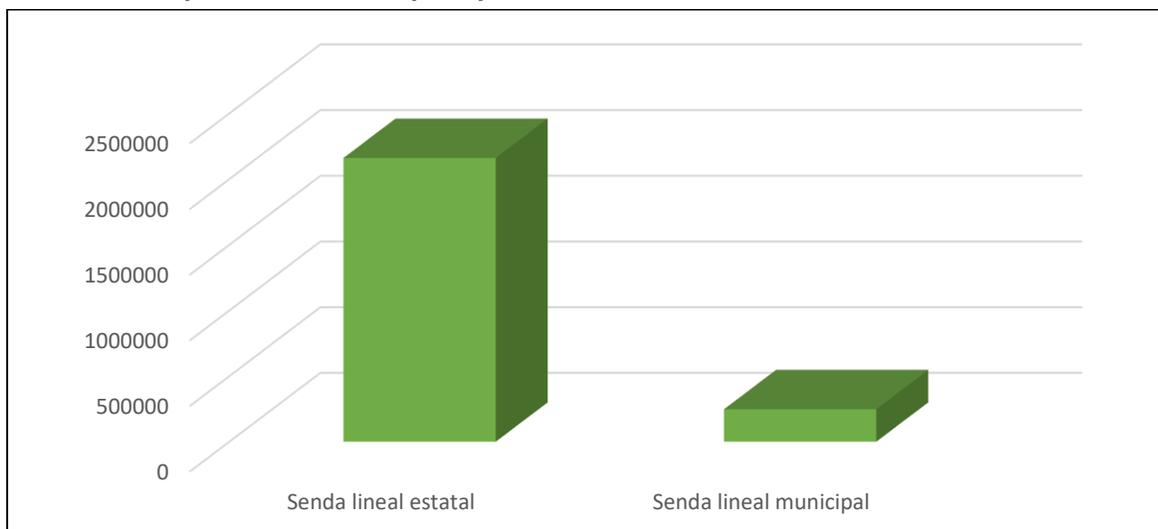
De acuerdo con el tipo de administración de las sendas, es claro que la mayor superficie de las sendas es de categoría estatal (2,160,593), mientras que las sendas de administración municipal (247,818) representan solo el 10% del total (tabla 23).

Tabla 23. Superficie de Senda por tipo de administración

| Categoría del Área Verde | Superficie (m²) |
|--------------------------|-----------------|
| Senda Municipal | 247,818 |
| Senda Estatal | 2,160,593 |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfica 10. Superficie de Senda por tipo de administración en la ZMCT



Fuente: Elaboración propia, 2019

En relación con la superficie cubierta con las áreas verdes para cada municipio que conforma la ZMCT, es claro que para las porciones de los cuatro municipios incluidos en la zona de estudio los porcentajes de superficie arborizada son muy bajos, siendo un poco mayores en Metepec y Toluca; y muy bajos en San Mateo Atenco y sobre todo en Zinacantepec.

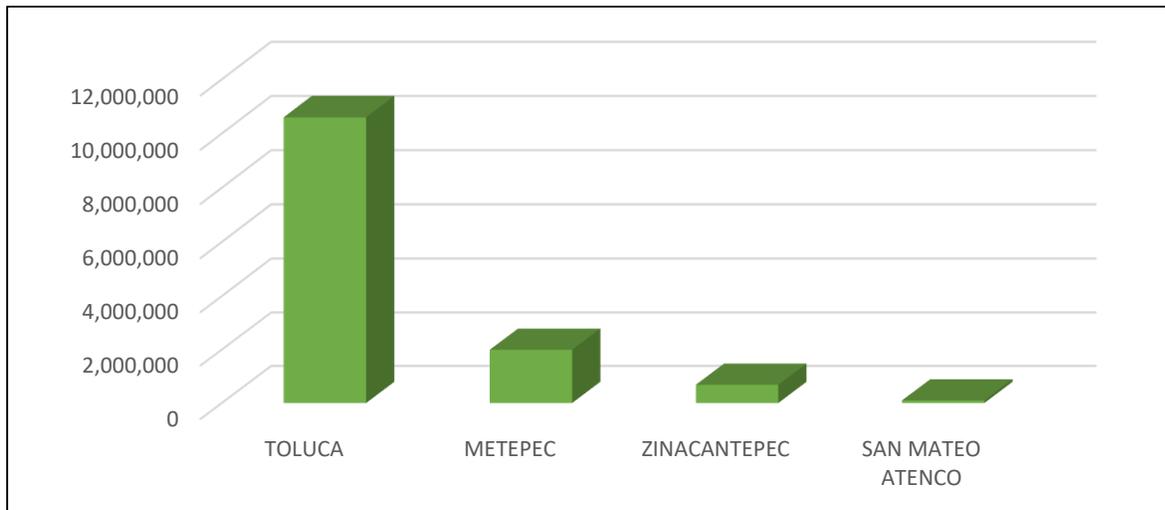
Para el análisis del porcentaje de la superficie de áreas verdes de algunos municipios incluidos en la ZMCT se tiene la siguiente información, Toluca destaca como el municipio que cuenta con la mayor superficie cubierta con áreas verdes (10,598,067 m²), con un porcentaje de la superficie del municipio cubierta con áreas verdes del 5.9 % incluyendo parques municipales, estatales y camellones; seguido del municipio de Metepec (1,991,725 m²), que representa el 4.3 %, con una superficie relativamente amplia de estos espacios; mientras que Zinacantepec (680,648 m²) sólo tiene 1.3 % superficie del municipio con áreas verdes; y San Mateo Atenco (93,464m²), tiene sólo el 0.7% que es muy bajo, dado que su territorio está en constante expansión urbana, pero no así en proporción al número de áreas verdes que se debieran considerar idóneas para la superficie requerida de área verde por habitante que se establece como norma (tabla 24). Debe destacarse que en este análisis por municipios se consideran solo las porciones de los municipios que quedan incluidos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.

Tabla 24. Porcentaje de superficie de área verde por municipio de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca

| Municipio | Superficie cubierta con áreas verdes en el municipio (m ²) | Superficie total del municipio (m ²) | Superficie del municipio dentro del área de estudio | Porcentaje de la superficie dentro del área de estudio (%) | Porcentaje de la superficie municipal cubierta con áreas verdes (%) |
|-------------------------|--|--|---|--|---|
| Toluca | 10,598,067 | 420,100,000 | 179,600,000 | 42.7 | 5.9 |
| Metepec | 1,991,725 | 70,500,000 | 45,900,000 | 65.1 | 4.3 |
| Zinacantepec | 680,648 | 308,700,000 | 50,800,000 | 16.4 | 1.3 |
| San Mateo Atenco | 93,464 | 12,600,000 | 12,600,000 | 100 | 0.7 |
| Total | 13,363,904 | 811,900,000 | 288,900,000 | 35.5 | 4.5 |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Gráfica 11. Superficie de área verde por municipio en la ZMCT



Fuente: Elaboración propia, 2019

En las referencias consultadas los datos sobre áreas verdes urbanas se reportan mediante un índice relativo al número de metros cuadrados de áreas verdes por habitante. De acuerdo con el INEGI (2010) la población incluida en la ZMCT del municipio de Toluca era de 819,561, Metepec con 214,162, Zinacantepec con 167,759 y San Mateo Atenco con 72,579 habitantes; con un total de población para la ZMCT de 1,274,061, lo que genera un Índice de Áreas Verdes por Habitante de 10.4m² por cada habitante, valor que se encuentra en el límite de lo recomendado por la OMS (tabla 25).

Tabla 25. Municipios en la ZMCT y habitantes de cada municipio

| Municipio | Número de Habitantes |
|------------------|----------------------|
| Toluca | 819,561 |
| Metepec | 214,162 |
| San Mateo Atenco | 167,759 |
| Zinacantepec | 72,579 |
| Total | 1,274,061 |

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda 2010.

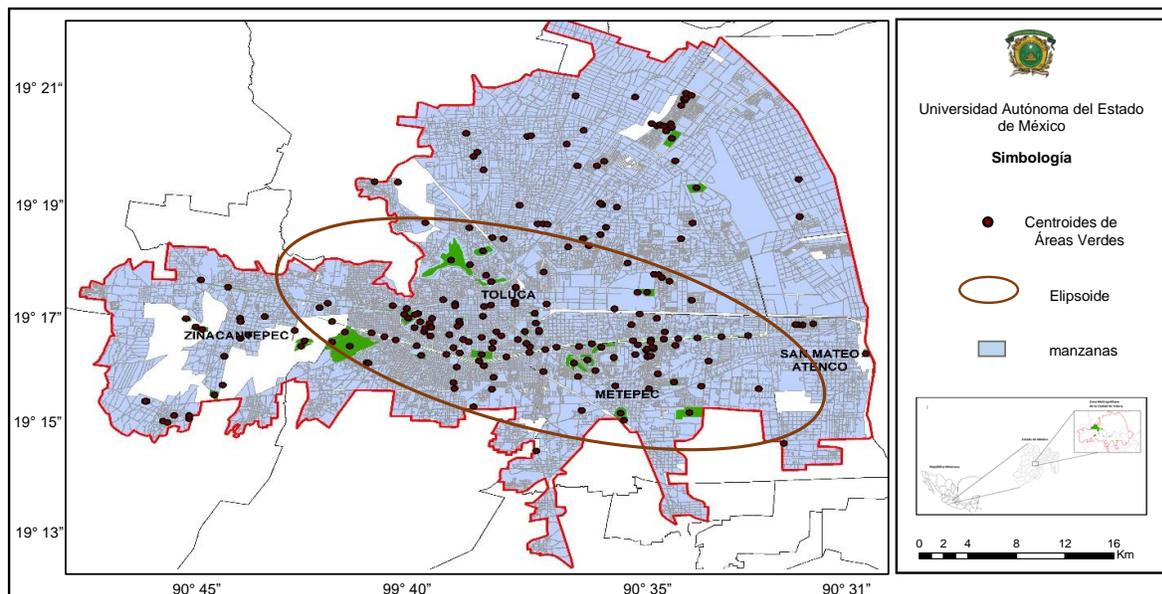
La superficie total de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca es de 288, 900,000 m², de los cuales 13, 363,904 m² (4.5 %) están ocupados por áreas verdes. Se observa que en al ZMCT la distribución de las áreas verdes tiende a ubicarse al centro de la ciudad, en cercanía de las calles principales. Se infiere que en el centro de la ciudad de Toluca se ubican los parques y camellones de acuerdo con la traza urbana planeada en décadas

anteriores con superficie variada, mientras que hacia el este y el norte se observan terrenos de cultivo en zonas planas, con uso mixto urbano-agrícola ocupados con vegetación de temporada de la época de verano.

3.2.1. **Análisis de vecinos cercanos sobre la distribución de las áreas verdes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca**

En la figura 7 se observa un índice de 2.56 lo que significa que la distancia y distribución en los parques, jardines y camellones es dispersa; ya que si el índice (relación de vecino más cercano promedio) es menor que 1, el patrón exhibe un clustering. Si el índice es mayor que 1, la tendencia es a la dispersión. La elipse alargada obtenida del análisis de vecinos más cercanos muestra una distribución dispersa de las áreas verdes con dirección de sureste a noroeste, mientras que en el norte y el sur de la ZMCT las áreas verdes son muy escasas (figura 8). Es relevante que mientras el análisis espacial obtenido mediante geotecnologías señala tendencia a la dispersión, la realidad muestra una concentración de las áreas verdes en la zona central de la ZMCT, pero con una forma alargada de sureste a noroeste.

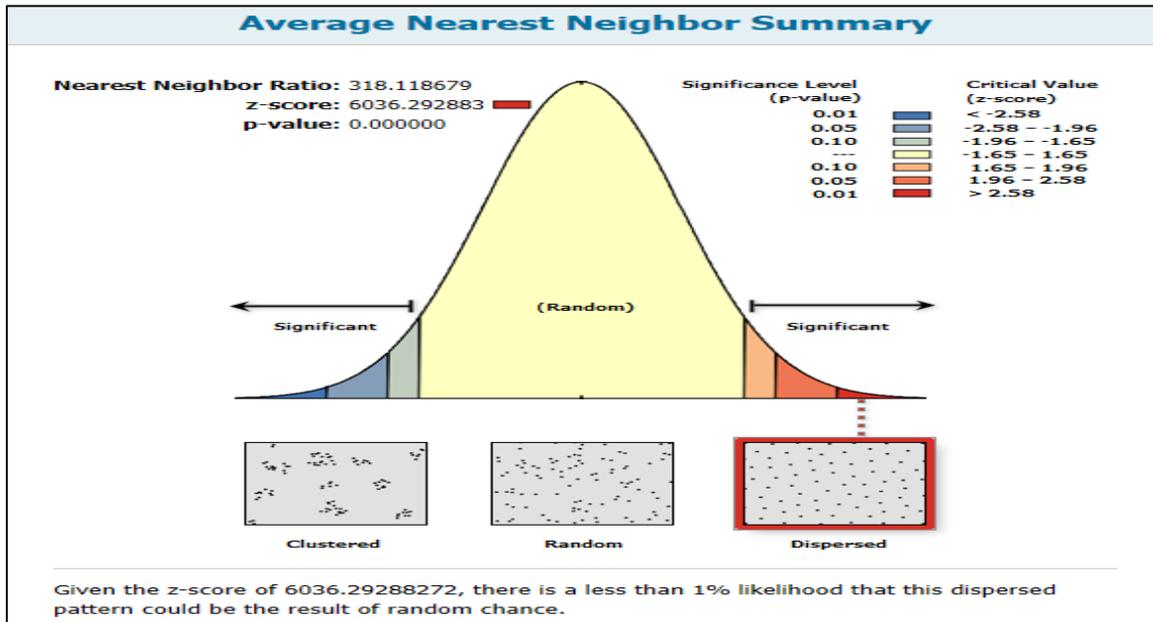
Figura 7. Análisis de vecinos cercanos sobre la distribución de las áreas verdes en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.



Fuente:

Fuente: Elaboración propia, INEGI 2018

Figura 8. Promedio de vecinos más cercanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Al comparar la zona de estudio respecto a diversas ciudades en el mundo, mediante una publicación realizada por ICES (Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles, 2011) sobre “mínimos recomendados, uno de los datos más citados es el mítico mínimo de 9 m² de espacios verdes públicos por habitante, que habría recomendado la Organización Mundial de la Salud (OMS) a principios de los 90's. En algunos casos se habla de 10m² y en otros de 12m², siempre citando a la misma institución. Se han sugerido estos valores, pero independientemente de la fuente, son importantes los criterios aplicados para determinarlos.

Analizando estudios realizados en Europa como referencia, en ciudades con valores de densidad poblacional comparables a los de América latina, encontramos uno realizado sobre 386 ciudades (Fuller y Gaston, 2009) que posee un rango de entre 4 m² por habitante en Cádiz (España) o Reggio Calabria (Italia) hasta 300m² en Lieja (Bélgica). Este estudio es conclusivo en un aspecto: los países del sur y del este de Europa (España, Italia, Portugal, Grecia, Polonia, República Checa o Bulgaria.) parecerían estar más cercanos a un promedio en torno a los 10-15 m² por habitante, mientras que los del norte (Escandinavia, Alemania, Holanda o Bélgica) estarán por encima de los 50 m² por habitante. Otro estudio

(Levent, Vreeker y Nijkamp, 2004) realizado en 25 ciudades, se mueve en un rango de entre 2.6 m² por habitante en Estambul (Turquía) y 11. 8 m² por habitante en Sarajevo (Bosnia y Herzegovina) hasta 144 m² por habitante en Edimburgo (Escocia), con un promedio cercano a los 49 m² por habitante. Esto nos sugeriría que un valor razonable estaría más cerca de los 50 m² por habitante, referencia basada en una tendencia de países con diferentes niveles de desarrollo.

Para las ciudades de Latinoamérica, se estima que un primer relevamiento para las ciudades que participan de la ICES, ya sea en relación al estándar recomendado por la OMS o a la media Europea, las ciudades de nuestra región se encuentran bien por debajo, siendo Curitiba la excepción que alcanzaría valores similares a los de los países del norte de Europa. La ciudad de la región que obtuvo el primer lugar fue Curitiba (Brasil). Las medidas que hicieron esto posible fue que en 1974 se convirtió en la primera ciudad en implementar los Buses de Tránsito Rápido (BRT) y por tener una de las mayores calles peatonales de Brasil, medidas de movilidad que ayudan a mejorar la calidad del aire y desincentivar el uso del auto. Asimismo, es una de las primeras ciudades de la región en medir la tasa de absorción de CO² que realizan los espacios verdes que tiene y en 1989 lanzó un plan de reciclaje que retira tres veces por semana desde las casas, los que clasifican los ciudadanos.

De acuerdo a las mediciones, el predominio de las ciudades brasileras es justificado por sus políticas ambientales. Es así como São Paulo destaca por tener uno de los mejores planes de las ciudades latinas para frenar el cambio climático. Por su parte, Belo Horizonte destaca por sus edificios ecológicos y por los planes para mejorar la calidad del agua y del aire. En tanto, Río de Janeiro es distinguido por sus medidas de energía limpia.

Alfie (2011) afirma que el corazón Verde ha funcionado como ejemplo importante para varias ciudades. En los Países Bajos, la planeación y el ordenamiento territorial están ligados íntimamente con el cuidado ambiental. El desarrollo de la ciudad compacta y el Corazón Verde constituyen una unidad de análisis clave para entender la lógica de los llamados cinturones verdes. Sus logros radican en la puesta en marcha de políticas que unen planeación y ambiente, y en la habilidad de incorporar a múltiples actores en la toma de decisiones. Cuando la planeación empezó a enfrentar la realidad caótica del crecimiento

urbano, los cinturones verdes surgieron como una herramienta de normatividad geográfica para establecer límites naturales a las ciudades, donde áreas urbanas y rurales tendrían que estar separadas y los asentamientos humanos deberían ser equilibrados y espaciados, Alfie (2011).

La misma autora Alfie (2011) refiere que para los años 80, los procesos de desregulación y la entrada del neoliberalismo mermó el potencial de los cinturones verdes. Sin embargo, varios países adoptaron nuevas dinámicas de preservación, entre las que destacan los parques, los corredores y las redes de espacios verdes. Desde una óptica abierta, donde el debate ocupa un lugar prioritario, los planificadores han logrado impulsar la idea y la necesidad de espacios verdes que contengan la expansión de las ciudades. Los cinturones verdes dejan de ser lugares sacrosantos, múltiples actores han discutido sobre su potencial económico y habitacional. Algunos de estos cinturones se han utilizado como sitios de recreación, de seguridad alimenticia y de contención del deterioro ambiental.

Alfie (2011) pondera que al adoptar el modelo de ciudad compacta, Holanda esperaba una reducción tanto en la dependencia del automóvil como de las emisiones contaminantes y del consumo de energía; una mejora en el servicio público de transporte; un incremento en la accesibilidad; la reutilización de la infraestructura urbana; el rejuvenecimiento de las áreas urbanas existentes; el incremento de la calidad de vida; la preservación y fortalecimiento de los espacios verdes, así como el fomento de una política de amortiguamiento urbano donde el eje central fuera el famoso Corazón Verde. Estas altas expectativas se enfrentaron con una realidad impregnada de intereses opuestos, demandas económicas, expectativas sociales y la búsqueda de la sustentabilidad ambiental.

Desde el punto de vista estético formal la existencia de un cinturón verde aporta un impacto visual positivo de la imagen de una urbe. En Madrid, durante la Segunda República se planificó un cinturón verde bordeando y delimitando la ciudad y que serviría de espacio de ocio a sus habitantes; con posterioridad los espacios reservados para tal fin fueron usados para llevar acabo las viviendas protegidas que, durante el desarrollismo, demandaban los fuertes flujos migratorios del campo a la ciudad, como lo menciona Borderías (2011).

Dado que los beneficios globales de las áreas verdes en la sociedad son significativos. Los árboles y en general, la vegetación de un parque y aún de un camellón arbolado, prestan un servicio para mantener la salud mental y física de la población urbana. Proveen sitios para el uso del tiempo libre, otorgan oportunidades educativas en temas ambientales y culturales, proveen de oportunidades para la convivencia social. Además de que logran el mejoramiento estético de un ambiente, que de otra manera estaría dominado por asfalto y concreto, esta tendencia de degradación ambiental se ha traducido en términos sociales, en un mecanismo de exclusión de la población más débil y vulnerable en términos de defensa de su derecho a un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, tema que vincula la proporción ideal de área verde por habitante.

La investigación puede considerar aspectos de la superficie de las áreas verdes por habitante, además de la calidad de estas, aunado al bienestar social de la zona de estudio en la ZMCT; se trata de comparar factores geográficos y ambientales, por lo que es trascendental aportar estudios similares a la temática de las áreas verdes y sobre las ciudades que están a la vanguardia en materia de protección al ambiente y sus recursos en zonas metropolitanas.

3.3 Diagnóstico sobre la calidad del aire en la Ciudad de Toluca, basado en el AEET de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana

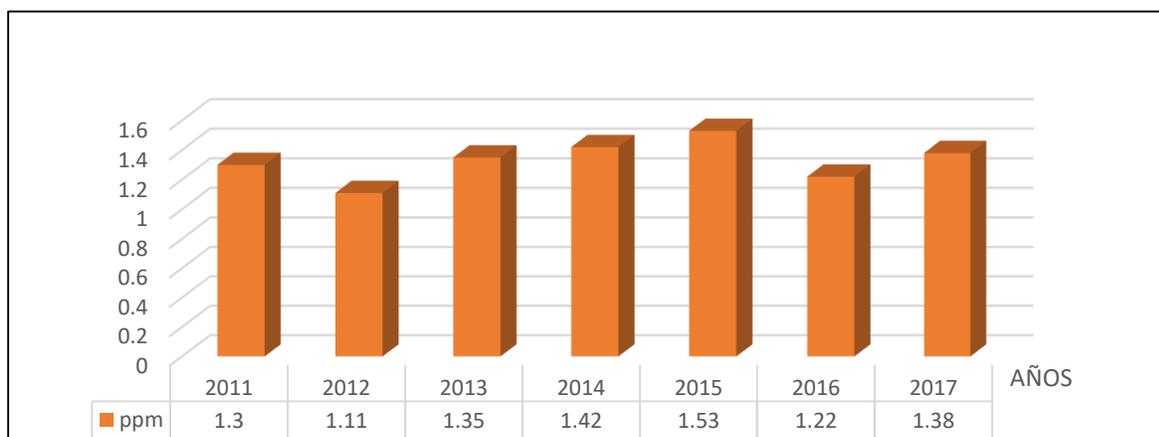
Los promedios anuales de la concentración de los contaminantes atmosféricos (ppm) en la ZMCT de 2011 a 2017; los promedios mensuales de la concentración de los contaminantes atmosféricos (ppm) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año para el verano y el invierno de los años 2011 y 2017; y los promedios anuales (ppm) de la concentración de los contaminantes atmosféricos en la ZMCT, por estación de monitoreo en los años 2011 y 2017; así como las tendencias espaciales de distribución de los contaminantes para el invierno y el verano, se obtuvieron para cinco contaminantes del aire: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) y partículas menores a 10 micras (PM₁₀).

3.3.1 Monóxido de carbono

1. Promedios anuales de la concentración del contaminante monóxido de carbono en aire (ppm) en la ZMCT de 2011 a 2017

En la gráfica 12 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración de monóxido de carbono en aire en la ZMCT en el periodo 2011-2017; es evidente que en los años de 2013 a 2015, la concentración aumentó, disminuyó en 2016, para volver a incrementarse en 2017. El año que presenta los mayores valores fue 2015.

Gráfica 12. Concentración de Monóxido de carbono en la ZMCT 2011 a 2017 (Promedio anual ppm)

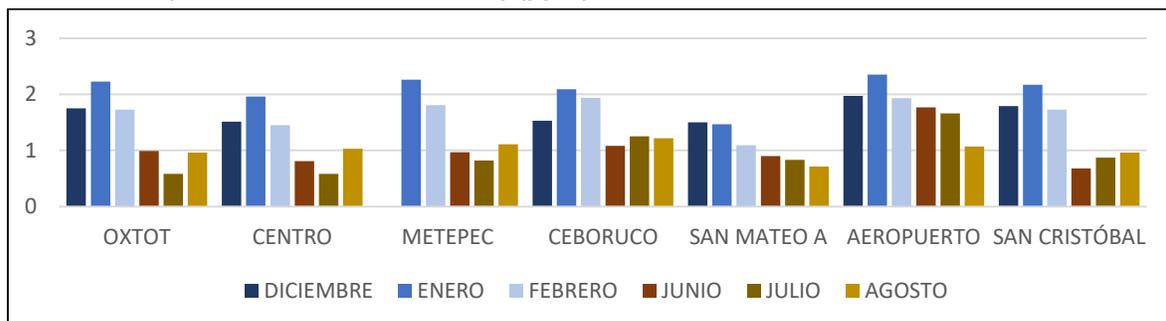


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

2. Promedios mensuales de la concentración del contaminante monóxido de carbono en aire (ppm) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año para el verano y el invierno de los años 2011 y 2017.

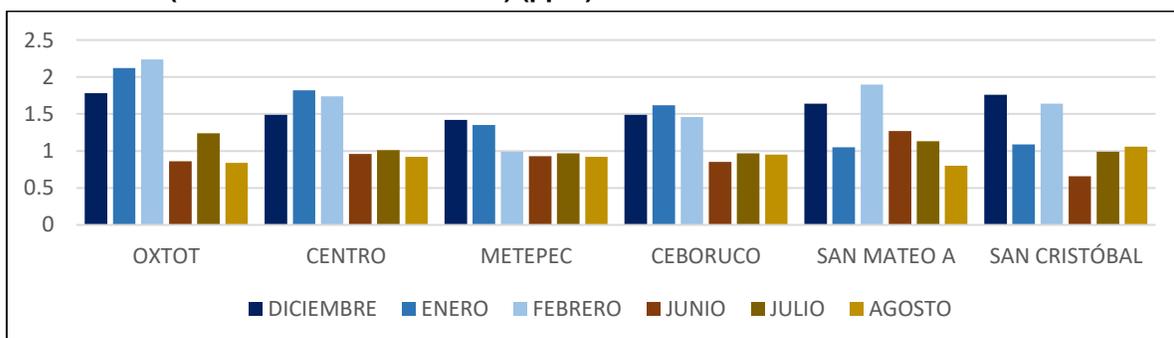
En las gráficas 13 y 14 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración de monóxido de carbono en la ZMCT en los años 2011 y 2017; en las estaciones del año de verano e invierno, es evidente que en todas las estaciones de monitoreo y en ambos años, la concentración del contaminante es mayor en los meses de invierno que en el verano. En 2011 la mayor diferencia se observa en las estaciones de monitoreo Centro, Oxtotitlán, Metepec, Ceboruco y San Cristóbal: y es menor esta diferencia en las estaciones San Mateo Atenco y Aeropuerto. En 2017 se observan claras diferencias entre el verano y el invierno en las estaciones Centro, Oxtotitlán, Ceboruco y San Mateo Atenco; y las menores diferencias se observan en las estaciones Metepec y San Cristóbal. En general los valores del dióxido de carbono en ambas estaciones del año es menor en 2017 que en 2011.

Gráfica 13. Concentración de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm)



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Gráfica 14. Concentración de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm)

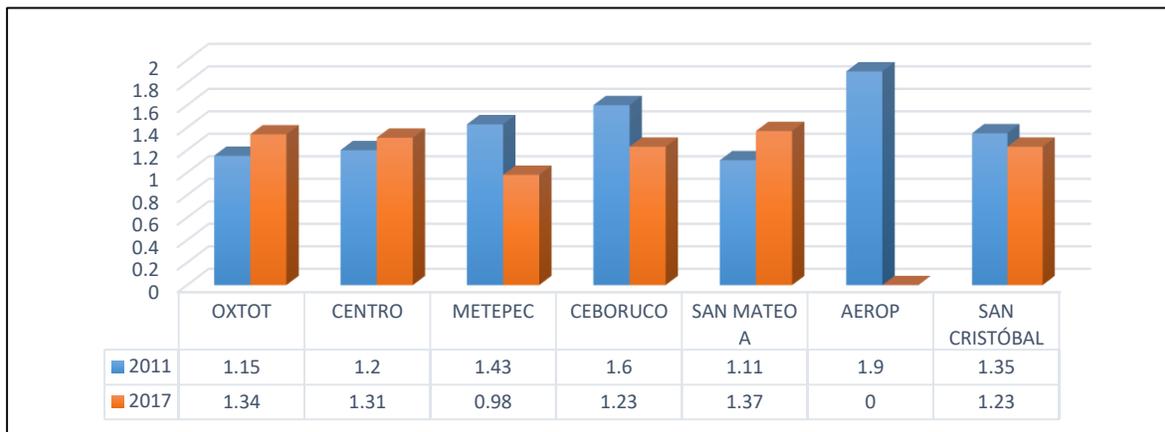


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

3. Promedio anual (ppm) de la concentración del contaminante monóxido de carbono en aire (ppm) en la ZMCT, por estación de monitoreo en los años 2011 y 2017.

Los promedios anuales de la concentración de monóxido de carbono en la ZMCT por estación de monitoreo para los años 2011 y 2017 gráfica 15, muestran valores mayores para las estaciones de monitoreo Metepec, Ceboruco y San Cristóbal en el año 2011; mientras que para las estaciones San Mateo Atenco, Oxtotitlán y Centro se observan mayores valores del contaminante para el año 2017. Es notorio que la estación aeropuerto presentó en 2011 la mayor concentración del contaminante que las otras estaciones de monitoreo, pero no se cuenta con datos para el año 2017.

Gráfica 15. Concentración de Monóxido de carbono en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)

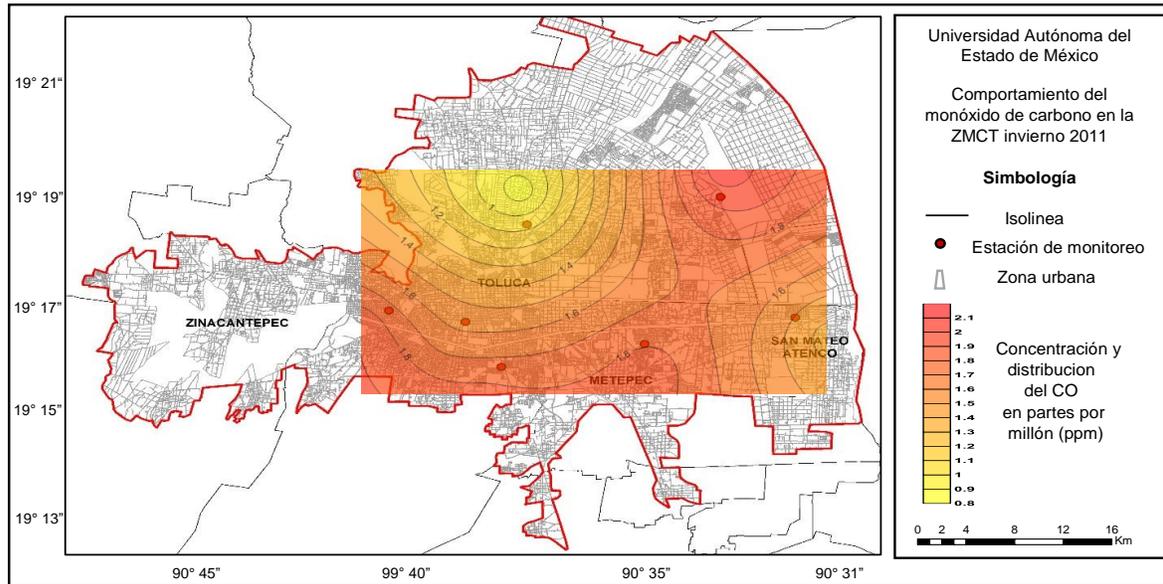


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

4. Distribución espacial del contaminante monóxido de carbono en aire (ppm) en la ZMCT, en los años 2011 y 2017

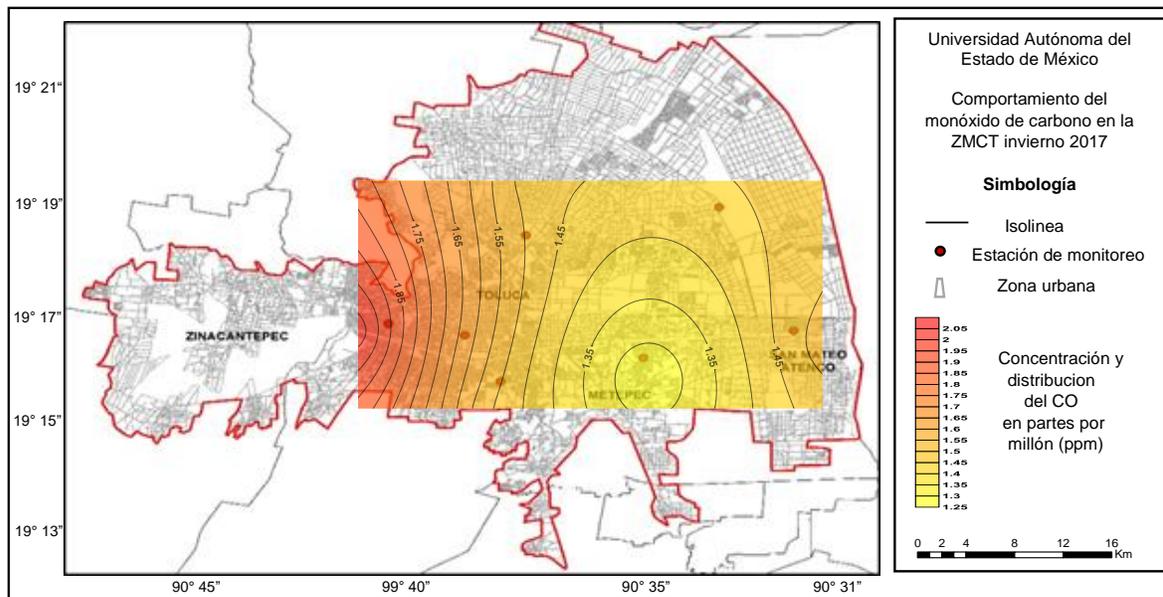
Las figuras 9 y 10 muestran la distribución espacial del monóxido de carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de invierno de los años 2011 y 2017. En el año 2011 se observa que el contaminante se concentró al noreste de la ZMCT, en el área de influencia de la estación Aeropuerto y al suroeste alrededor de la estación Metepec. En el invierno de 2017 el contaminante se concentró al oeste, al poniente de la estación Oxtotitlán.

Figura 9. Mapa de la distribución espacial de monóxido de carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 10. Mapa de la distribución espacial de Monóxido de Carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017.



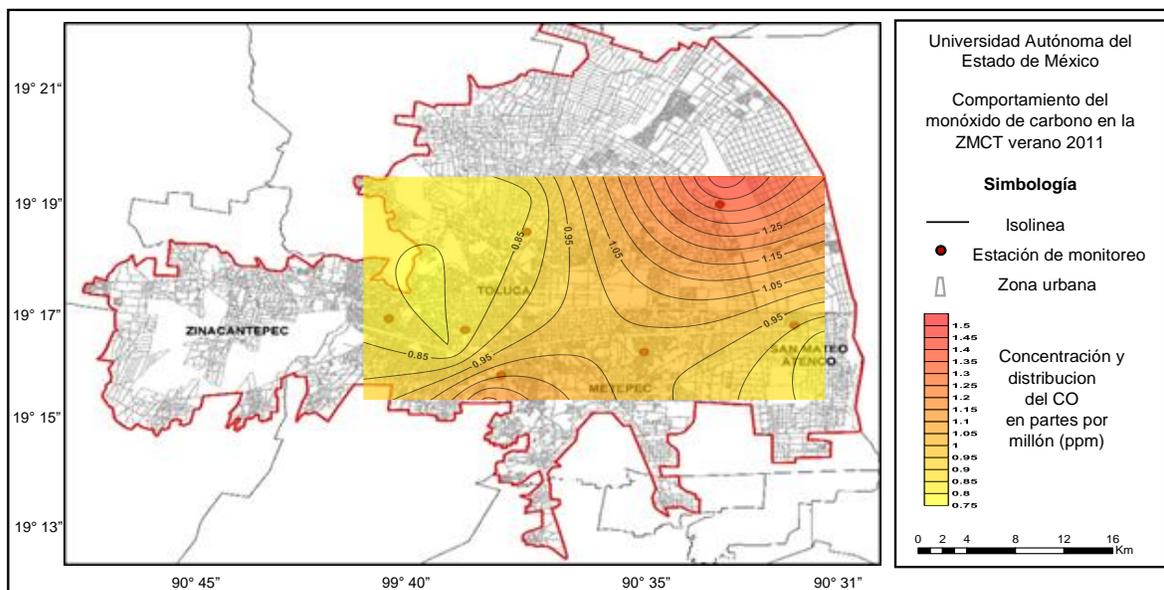
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Cabe destacar que los índices IMECA se dispersan en la zona norte con el registro de las estaciones de monitoreo valores promedio de 12 a 42 puntos en las estaciones de la zona norte que son San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto hasta el 2012 registra valores de la

categoría buena a lo largo del trimestre correspondiente a invierno de ambos años 2011 y 2017, hasta esos días no se presentan variaciones que se consideren regulares a malas dado que están en la calidad de buena. Este es una variación singular si se correlaciona con las áreas verdes existentes que son escasas al norte de la ZMCT, además de que el grado de marginación alto determina mayores niveles de este contaminante en la zona norte del área de estudio.

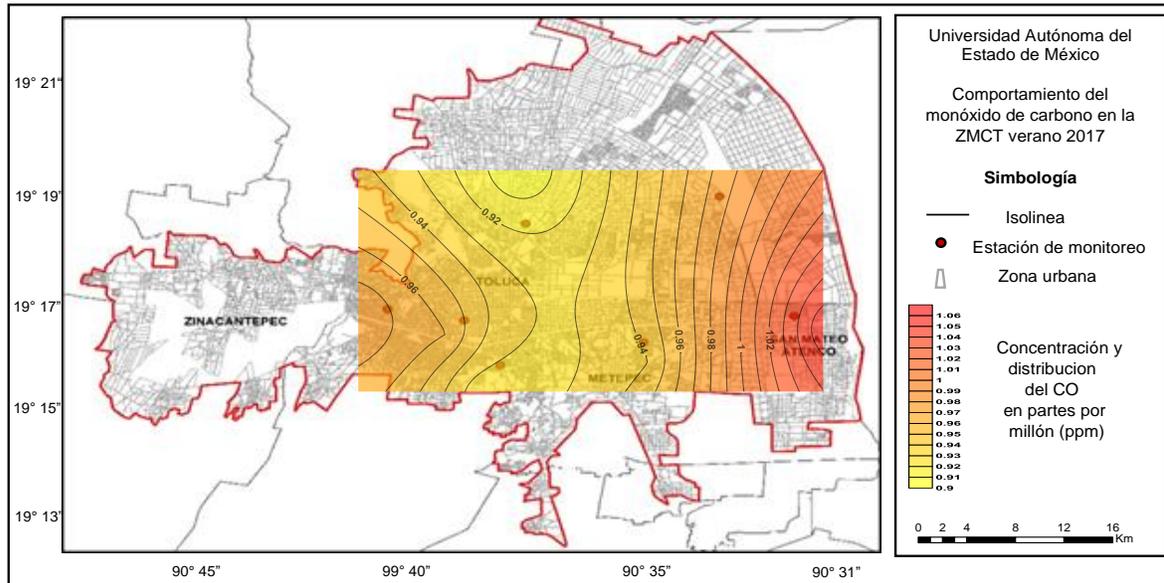
Las figuras 11 y 12 muestran la distribución espacial del monóxido de carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de verano de los años 2011 y 2017. Se observa que en el verano de 2011 el contaminante se concentró al noreste de la ZMCT, en el área de influencia de la estación Aeropuerto. En el verano del año 2017 la mayor concentración del contaminante se ubicó al noroeste de la ZMCT, alrededor de la estación San Cristóbal Huichochitlán.

Figura 11. Mapa de la distribución espacial de Monóxido de carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de verano 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 12. Mapa de la distribución espacial de Monóxido de Carbono (CO) en la ZMCT, en la estación de verano 2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

La metodología aplicada permitió obtener las medias mensuales, estacionales (verano e invierno) y anuales; para toda la zona y para cada estación de monitoreo; el análisis espacial y su representación mediante cartografía automatizada permitió obtener mapas sobre la distribución espacial de los contaminantes en el área de influencia de las siete estaciones de la RAMA Toluca.

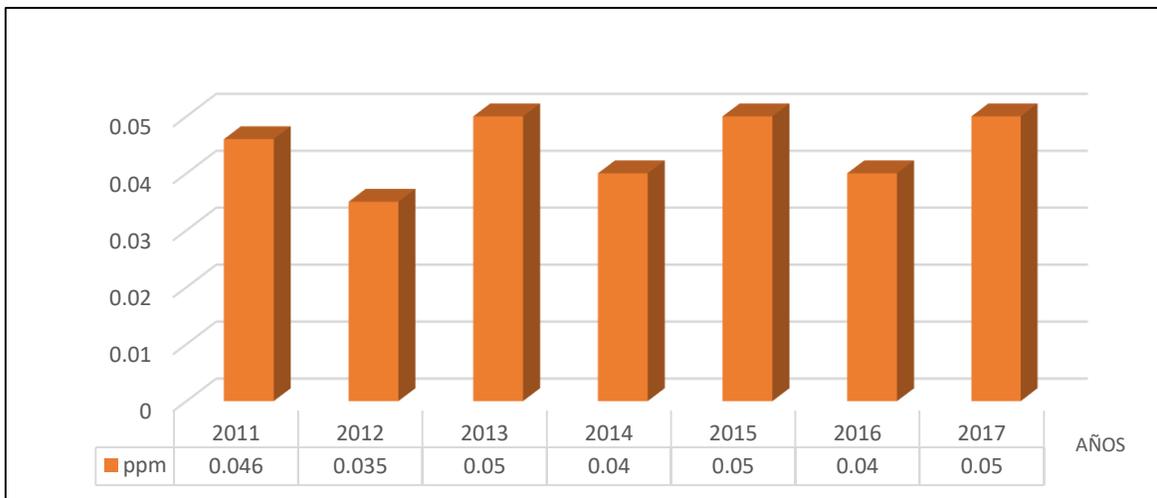
Respecto a los índices IMECA en la temporada de verano se dispersan en la zona norte con el registro de las estaciones de monitoreo valores promedio de 8 como mínimo a 42 puntos como máximo, destaca la zona norte en 2011 y en 2017 la zona sur, respecto a la calidad del aire de buena que es menos a 50 puntos en las estaciones norte San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto, en el sur con las estaciones de San Mateo Atenco y Metepec. La relación que guarda esta distribución de la contaminación atmosférica con las áreas verdes y el grado de marginación muestran que en la periferia de la ZMCT, respecto al grado de marginación alto está la zona norte con pocas áreas verdes existentes.

3.3.2 Dióxido de nitrógeno

1. Promedios anuales de la concentración del contaminante dióxido de nitrógeno en aire (ppm) en la ZMCT de 2011 a 2017

En la gráfica 16 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración del dióxido de nitrógeno en aire en la ZMCT en el periodo 2011-2017; es evidente que en los años de 2013 a 2015, la concentración aumentó, disminuyó en 2016, para volver a incrementarse en 2017. El año que presenta los mayores homogéneos de los años 2013, 2015 y 2017.

Gráfica 16. Concentración de dióxido de nitrógeno en la ZMCT 2011 a 2017 (Promedio anual ppm)



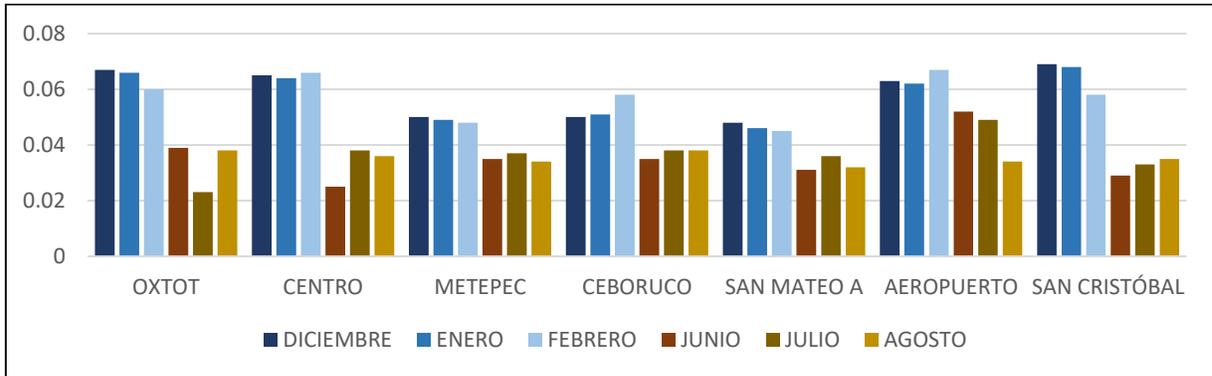
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

2. Promedios mensuales de la concentración del contaminante dióxido de nitrógeno en aire (ppm) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año para el verano y el invierno de los años 2011 y 2017

En las gráficas 17 y 18 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración de dióxido de nitrógeno en la ZMCT en los años 2011 y 2017; en las estaciones del año de verano e invierno, es evidente que en todas las estaciones de monitoreo y en ambos años, la concentración del contaminante es mayor en los meses de invierno que en el verano. En 2011 la mayor diferencia se observa en las estaciones de monitoreo Aeropuerto y San Cristóbal Huichochitlán, y es menor esta diferencia en las estaciones San Mateo Atenco y Metepec. En 2017 se observan claras diferencias entre el verano y el invierno en las estaciones Centro, Oxtotitlán, Ceboruco y San Mateo Atenco; y las menores diferencias se

observan en las estaciones Metepec y San Cristóbal. En general los valores del dióxido de nitrógeno en ambas estaciones del año son menor en 2017 que en 2011.

Gráfica 17. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm)

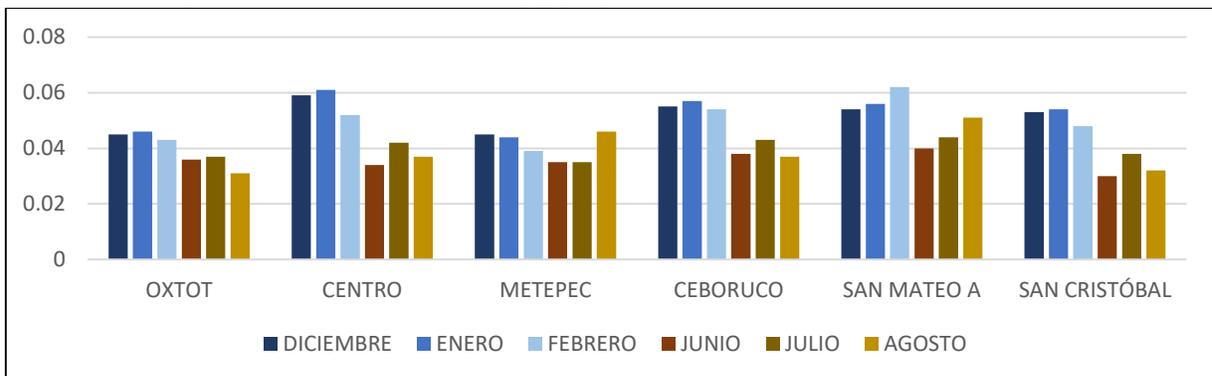


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

3. Promedio anual (ppm) de la concentración del contaminante dióxido de nitrógeno en aire en la ZMCT, por estación de monitoreo en los años 2011 y 2017.

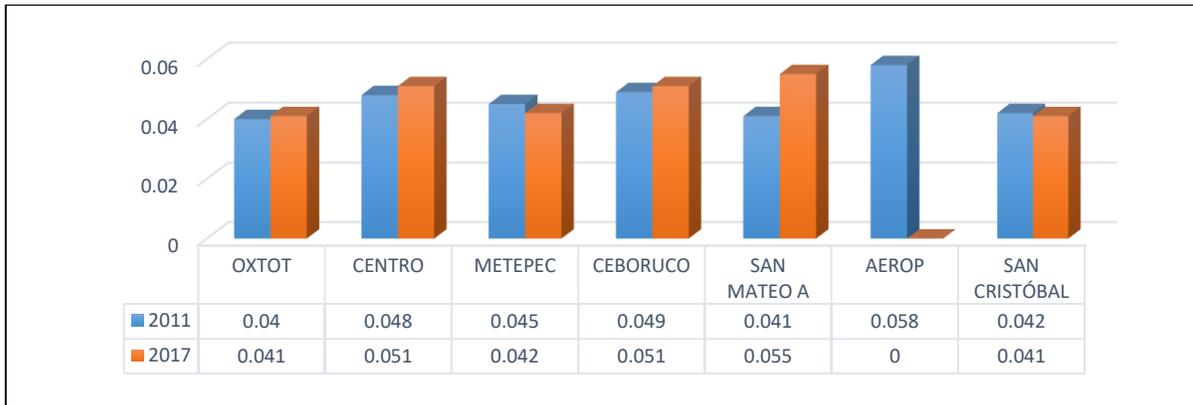
Los promedios anuales de la concentración de dióxido de nitrógeno en la ZMCT por estación de monitoreo para los años 2011 y 2017, muestran valores mayores para las estaciones de monitoreo Metepec, Ceboruco y San Cristóbal en el año 2011; mientras que para las estaciones San Mateo Atenco, Oxtotitlán y Centro se observan mayores valores del contaminante para el año 2017. Es notorio que la estación aeropuerto presentó en 2011 la mayor concentración del contaminante que las otras estaciones de monitoreo, pero no se cuenta con datos para el año 2017, gráfica 19.

Gráfica 18. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm)



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Gráfica 19. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)

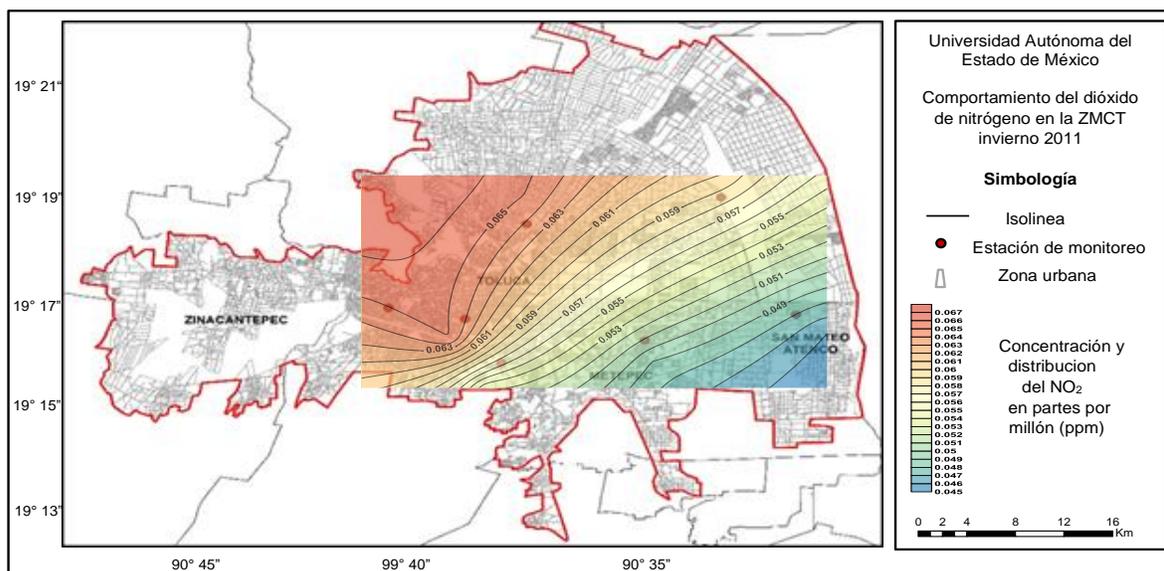


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

4. Distribución espacial del contaminante dióxido de nitrógeno en aire en la ZMCT, en los años 2011 y 2017

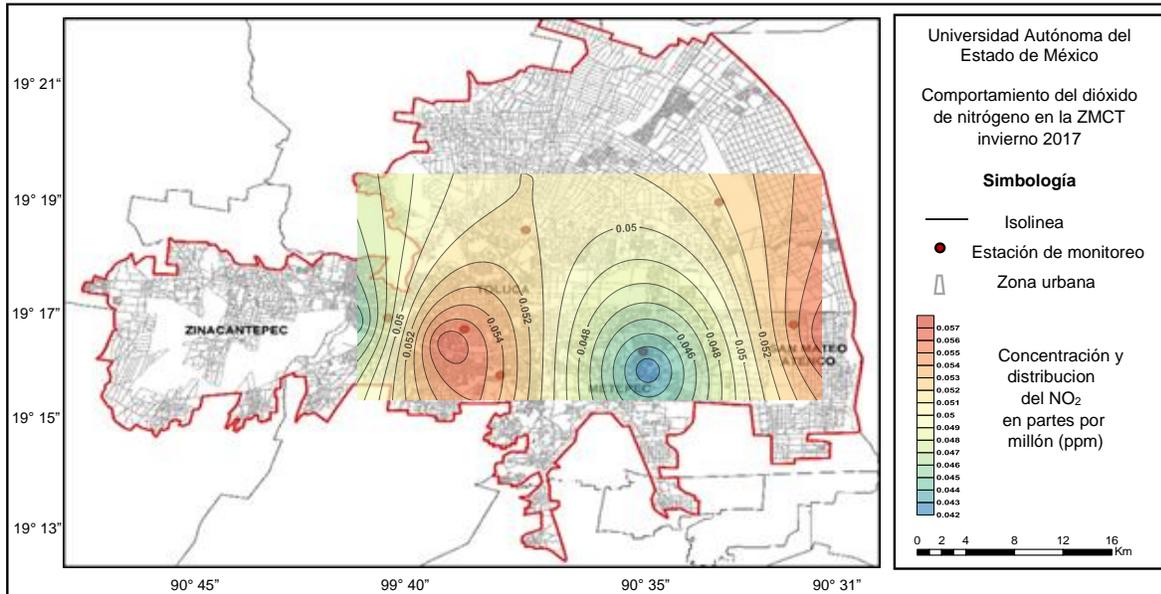
Las figuras 13 y 14 muestran la distribución espacial del dióxido de nitrógeno (NO₂) en la ZMCT, en la estación de invierno de los años 2011 y 2017. En el año 2011 se observa que el contaminante se concentró al centro de la ZMCT, en el área de influencia de la estación Toluca Centro y al norte alrededor de la estación San Cristóbal Huichochitlán. En el invierno de 2017 el contaminante se concentró al norte y noreste, de la estación San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto.

Figura 13. Mapa de la distribución espacial de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 14. Mapa de la distribución espacial de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017.

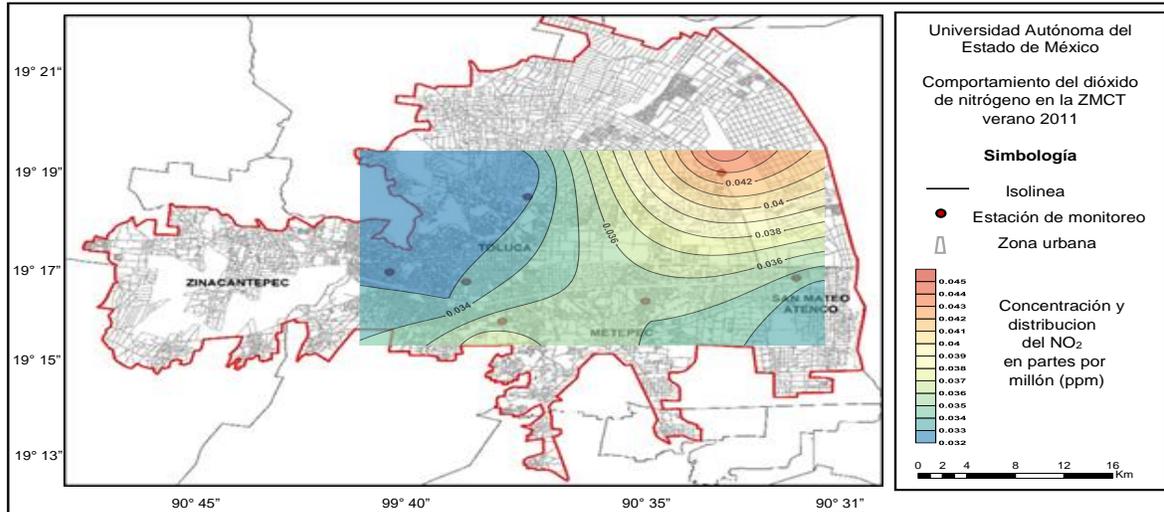


Fuente:

Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

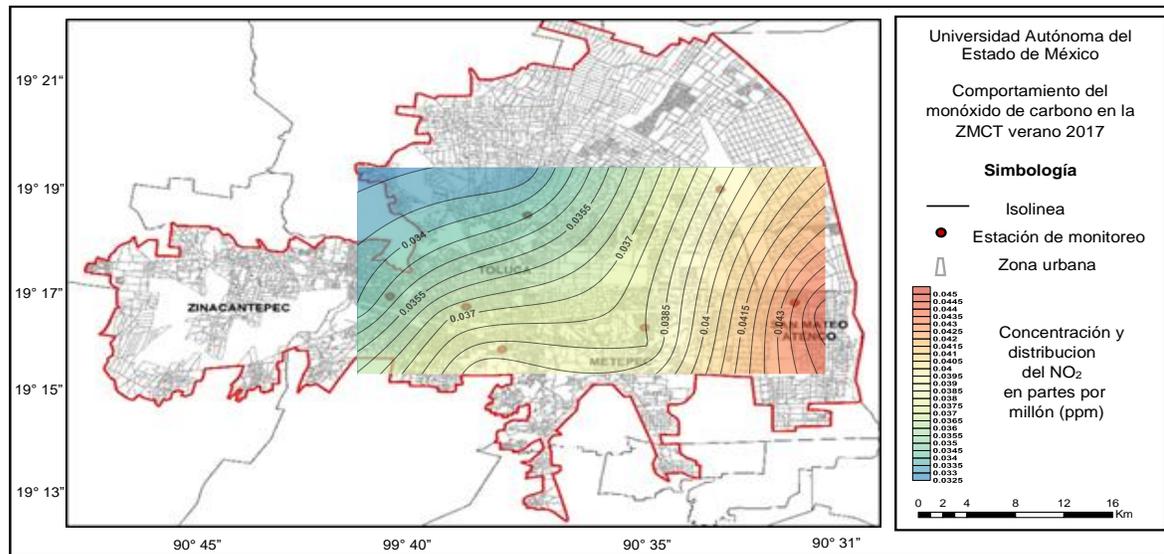
La calidad del aire en la ZMCT en este periodo es buena, dado que los valores no rebasa los 50 puntos del Índice Metropolitano en promedio diario que es de 24 a 48 puntos, pero destacan cinco valores diarios en el mes de enero y febrero 2011 con calidad del aire regular, rebasando el índice de los 50 puntos de 53 a 62 puntos, estos niveles permiten realizar actividades al aire libre, las estaciones de la zona norte correspondiente a las estaciones San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto, así también de las estaciones Oxtotitlán y Centro; al relacionar los niveles de este contaminante con las áreas verdes se observa una menor proporción de parques y senderos en la periferia urbana de la ZMCT, donde el grado de marginación que se presenta entre la población es alto.

Figura 15. Mapa de la distribución espacial de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la ZMCT, en la estación de verano 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 16. Mapa de la distribución espacial de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la ZMCT, en la estación de verano 2017.



Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Las figuras 15 y 16 muestran la distribución espacial del dióxido de nitrógeno (NO₂) en la ZMCT, en la estación de verano de los años 2011 y 2017. Se observa que en el verano de 2011 el contaminante se concentró al noreste de la ZMCT, en el área de influencia de la estación Aeropuerto. En el verano del año 2017 la mayor concentración del contaminante se ubicó al sureste de la ZMCT, alrededor de la estación San Mateo Atenco.

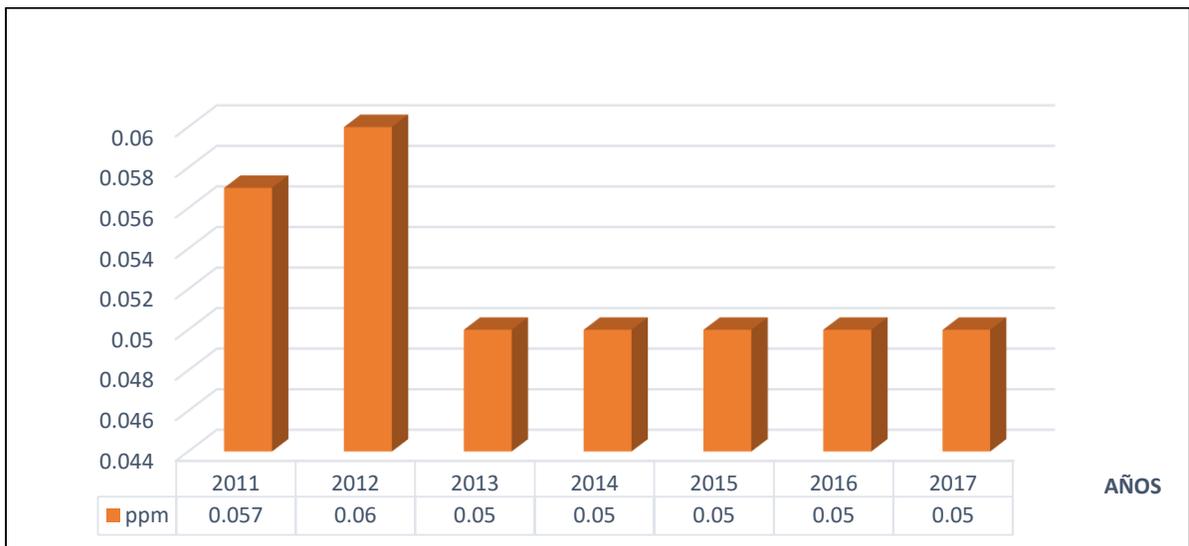
Para el trimestre del verano de 2011 y 2017 el Índice de la Calidad del Aire disminuye dado a la influencia de la humedad y se mantiene en buena, salvo un ligero incremento en la zona norte y en la zona sur de la ZMCT con valores de 10 a 46 puntos en las estaciones de San Cristóbal y Aeropuerto de la zona norte y de la zona sur correspondiente a las estaciones Metepec, Ceboruco y San Mateo Atenco, estos promedios determinan la calidad del aire y salud de la población. Esta es una variación singular si se correlaciona con algunos fenómenos meteorológicos como lo es la dirección del viento y para el caso de estudio de las áreas verdes se notará que es en esa dirección donde falta un número considerable de estas, además del grado de marginación que hay entre la población que es alto.

3.3.3 Ozono

1. Promedios anuales de la concentración de ozono en aire (ppm) en la ZMCT de 2011 a 2017

En la gráfica 20 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración del ozono en aire en la ZMCT en el periodo 2011-2017; es evidente que en los años de 2011 y 2012, la concentración aumentó, posteriormente se mantuvo de manera homogénea en los años 2013 a 2017.

Gráfica 20. Concentración de Ozono (O₃) en la ZMCT 2011 a 2017



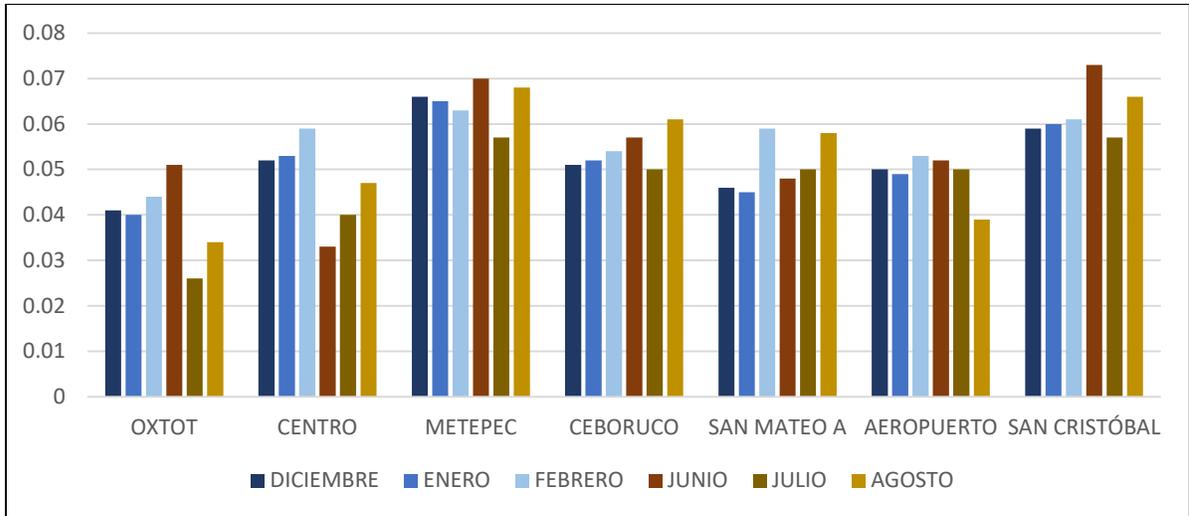
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

2. Promedios mensuales de la concentración de ozono en aire (ppm) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año para el verano y el invierno de los años 2011 y 2017

En las gráficas 21 y 22 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración del ozono en la ZMCT en los años 2011 y 2017; en las estaciones del año de verano e invierno, es evidente que en todas las estaciones de monitoreo y en ambos años, la concentración del contaminante es mayor en los meses de invierno que en el verano. En 2011 la mayor diferencia se observa en las estaciones de monitoreo Metepec y San Cristóbal Huichochitlán, y es menor esta diferencia en las estaciones San Mateo Atenco y Metepec. En 2017 se observan claras diferencias entre el verano y el invierno en las estaciones Aeropuerto, Ceboruco y San Mateo Atenco; y las menores diferencias se observan en las

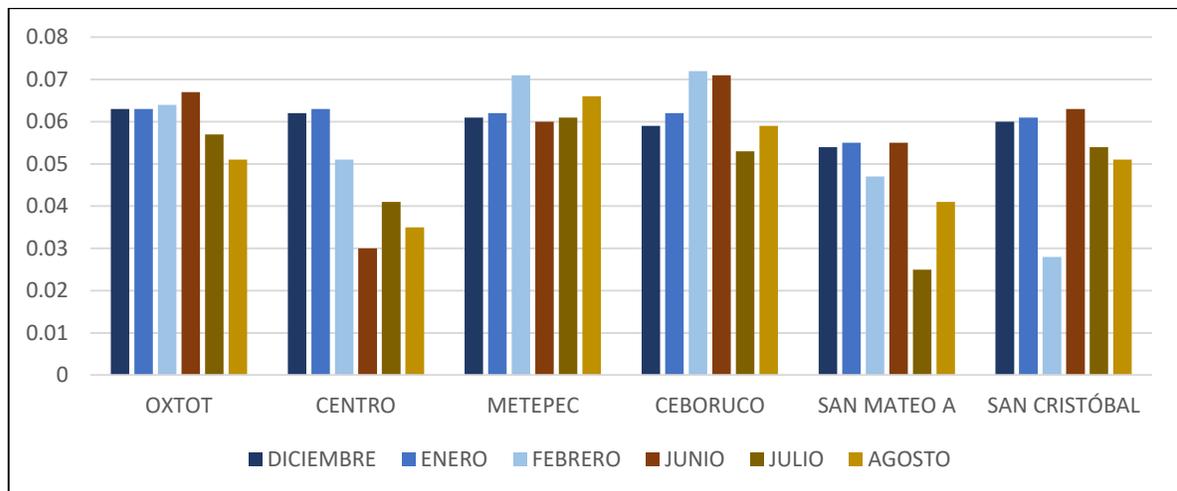
estaciones Centro y Oxtotitlán. En general los valores del ozono en ambas estaciones del año son menor en 2017 que en 2011.

Gráfica 21. Concentración del Ozono (O₃) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm)



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Gráfica 22. Concentración de Ozono (O₃) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm)



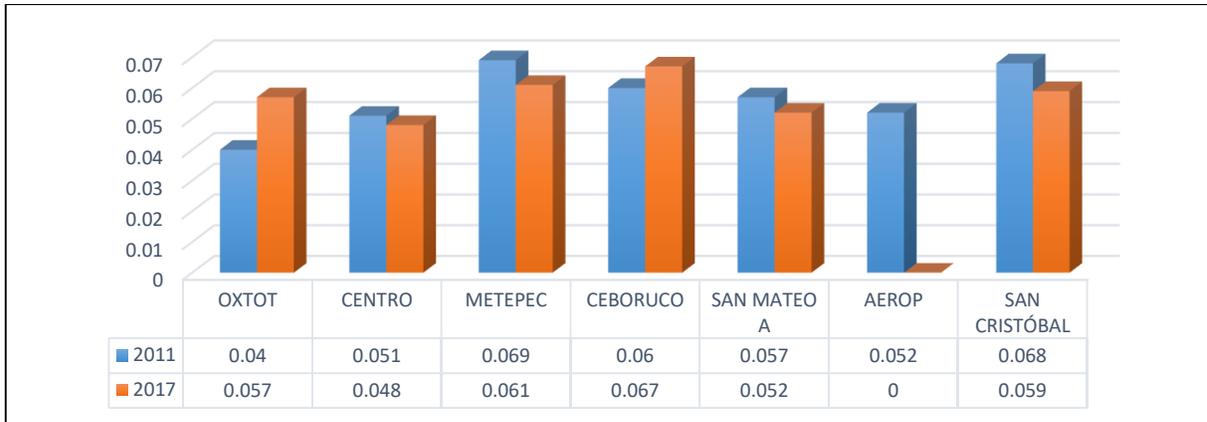
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

3. Promedio anual (ppm) de la concentración de ozono en aire en la ZMCT, por estación de monitoreo en los años 2011 y 2017.

Los promedios anuales de la concentración del ozono en la ZMCT por estación de monitoreo para los años 2011 y 2017 gráfica 23, muestran valores mayores para las estaciones de monitoreo Metepec, Ceboruco y San Cristóbal en el año 2011; mientras que para las

estaciones San Mateo Atenco, Oxtotitlán y Centro se observan valores menores del contaminante para el año 2017. Es notorio que la estación Aeropuerto presentó en 2011 la mayor concentración del contaminante que las otras estaciones de monitoreo, pero no se cuenta con datos para el año 2017.

Gráfica 23. Concentración de Ozono (O₃) en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)

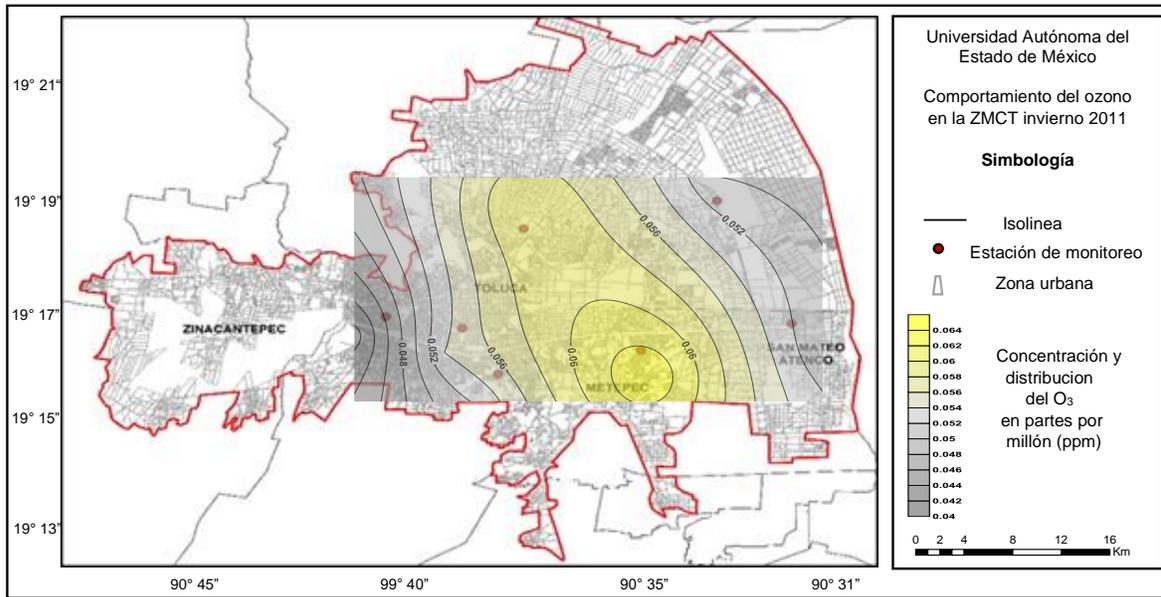


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

4. Distribución espacial de ozono en aire en la ZMCT, en los años 2011 y 2017

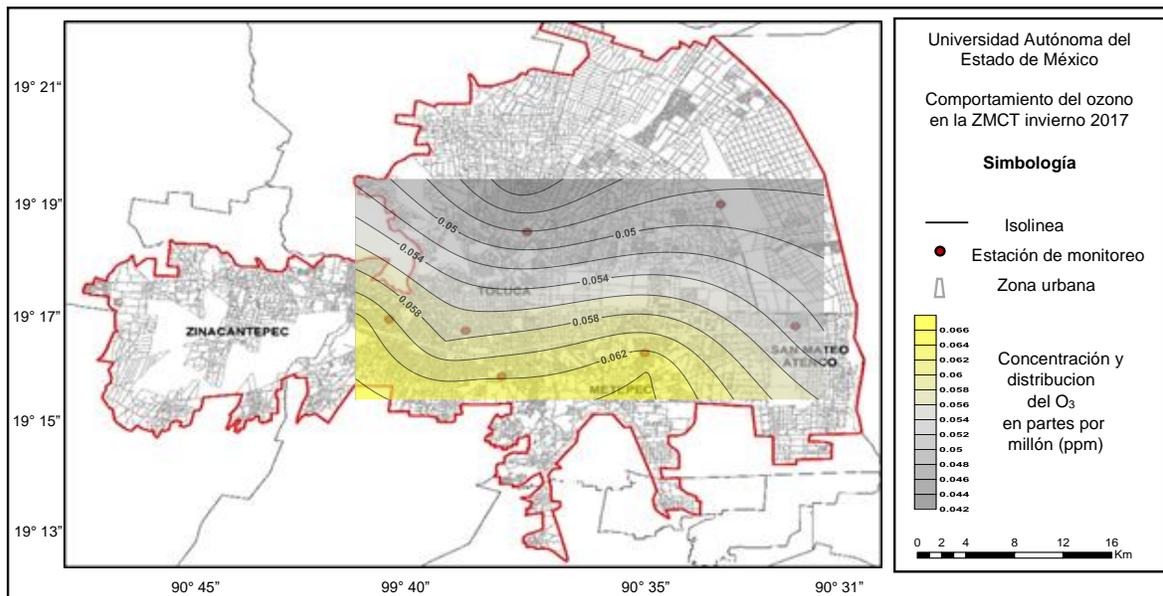
Las figuras 17 y 18 muestran la distribución espacial del ozono (O₃) en la ZMCT, en la estación de invierno de los años 2011 y 2017. En el año 2011 se observa que el contaminante se concentró al sur de la ZMCT, en el área de influencia de la estación Metepec y al norte alrededor de la estación San Cristóbal Huichochitlán. En el invierno de 2017 el contaminante se dispersó al norte y noreste, de la estación San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto.

Figura 17. Mapa de la distribución espacial de Ozono (O₃) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 18. Mapa de la distribución espacial de Ozono (O₃) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017.

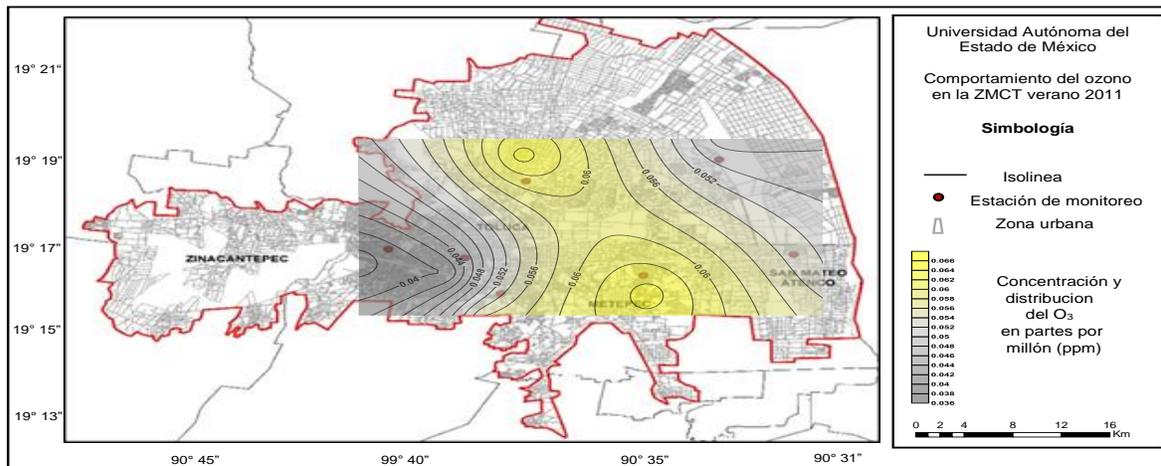


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

El índice de la calidad del aire para el ozono presenta valores promedio que van de 27 a 49 puntos como el índice de la calidad del aire buena, sin embargo a lo largo de este periodo para diciembre, enero y febrero en que la mayor parte de los días corresponde a regular con valores de 51 a 98 puntos, excepto un día en que la calidad del aire fue mala con 101 con

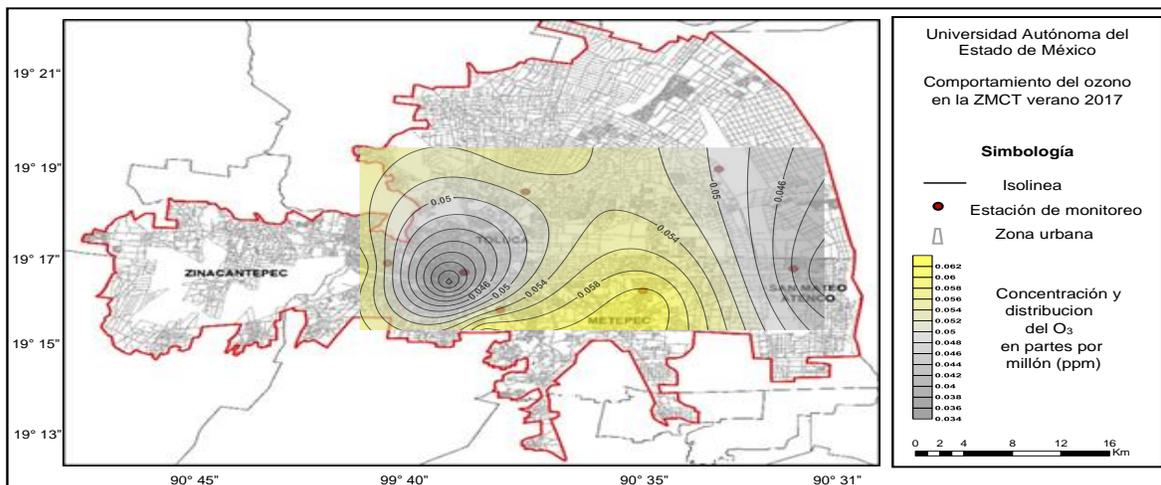
calidad del aire mala en el que indica que las condiciones causan efectos adversos a la salud esto en el periodo de invierno de 2011, en tanto que para el invierno de 2017 las condiciones de la calidad del aire estuvieron variadas los días de buena a regulares en la ZMCT distribuida principalmente en la zona central del área de estudio donde se ubican las estaciones Oxtotitlán y Toluca Centro, en la zona se concentra una mayor proporción de áreas verdes que son importantes para la retención del contaminante.

Figura 19. Mapa de la distribución espacial de Ozono (O_3) en la ZMCT, en la estación de verano 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 20. Mapa de la distribución espacial de Ozono (O_3) en la ZMCT, en la estación de verano 2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Las figuras 19 y 20 muestran la distribución espacial del ozono (O_3) en la ZMCT, en la estación de verano de los años 2011 y 2017. Se observa que en el verano de 2011 el

contaminante se concentró al noreste y Sureste de la ZMCT, en el área de influencia de las estaciones San Cristóbal Huichochitlán y Metepec. En el verano del año 2017 la mayor concentración del contaminante se ubicó al sureste de la ZMCT, alrededor de la estación Metepec.

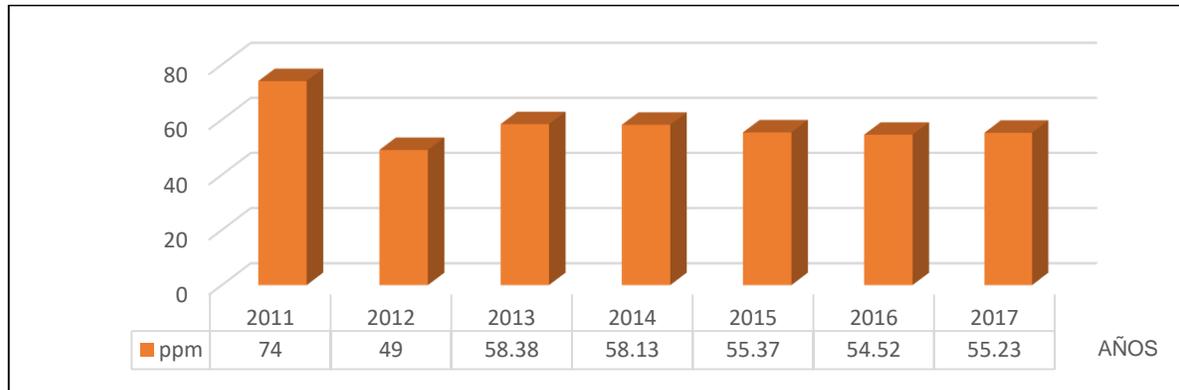
El índice de la calidad del aire en el verano para los años 2011 y 2017 se registra datos en porción a días de calidad buena entre 5 a 9 días con valores de 35 a 42 puntos, subsecuente a 16 a 22 días con calidad del aire regular con valores de (51 a 86) y un día superior a 100 puntos, 105 en particular, de las estaciones de monitoreo Metepec, Ceboruco y San Mateo Atenco, estos promedios determinan la calidad del aire y salud de la población. Sin embargo la concentración diaria presenta categorías de calidad regular a mala. Si se correlaciona con las áreas verdes esta variación, se notará que en esa área falta un número, considerable de estas, además del grado de marginación que hay entre la población que es alto.

3.3.4 Partículas Menores a 10 micras

1. Promedios anuales de la concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) (ppm) en la ZMCT de 2011 a 2017

En la gráfica 24 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en aire en la ZMCT en el periodo 2011; es evidente que 2011 inicia un incremento, en tanto para 2012 disminuye ligeramente, posterior a este año, en los años de 2013 a 2014, la concentración aumentó, manteniéndose homogéneamente hasta 2017 en donde aumenta ligeramente su concentración.

Gráfica 24. Concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT 2011 a 2017 (Promedio anual ppm)



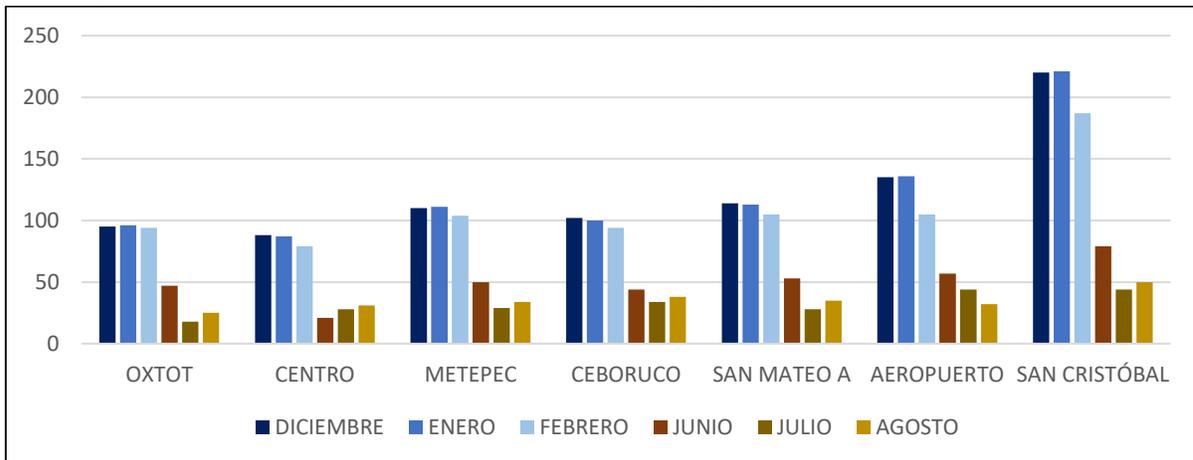
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

2. Promedios mensuales de la concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) (ppm) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año para el verano y el invierno de los años 2011 y 2017

En las gráficas 25 y 26 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT en los años 2011 y 2017; en las estaciones del año de verano e invierno, es evidente que en todas las estaciones de monitoreo y en ambos años, la concentración del contaminante es mayor en los meses de invierno que en el verano. En 2011 la mayor diferencia se observa en las estaciones de monitoreo Aeropuerto y San Cristóbal Huichochitlán para 2011, y es menor esta diferencia en las estaciones San Mateo Atenco y Metepec. En 2017 se observan claras diferencias entre el verano y el invierno en las estaciones Centro, Oxtotitlán, Ceboruco y San Mateo Atenco; y las menores diferencias se observan en las estaciones Metepec y San Cristóbal. En general los valores

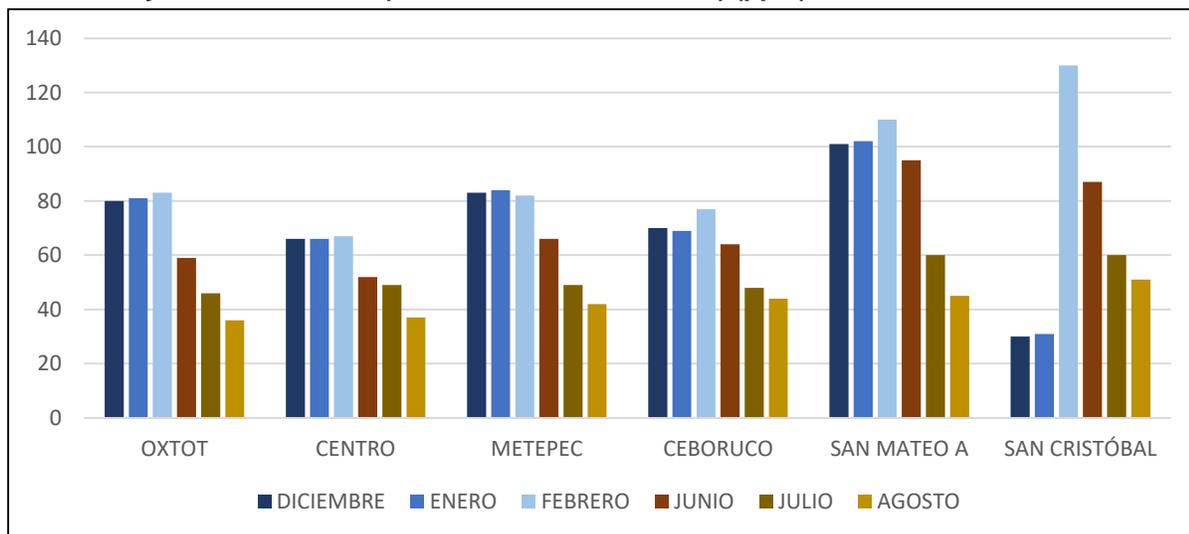
de las Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en ambas estaciones del año es menor en 2017 que en 2011.

Gráfica 25. Concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm)



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017.

Gráfica 26. Concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm)



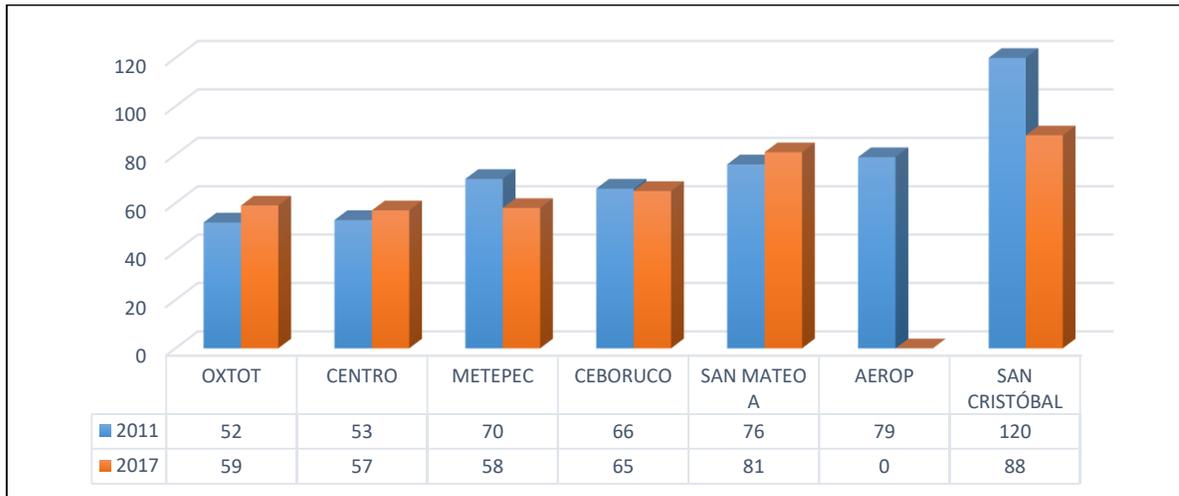
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

3. Promedio anual (ppm) de la concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT, por estación de monitoreo en los años 2011 y 2017.

Los promedios anuales de la concentración de las Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT por estación de monitoreo para los años 2011 y 2017, muestran valores mayores para las estaciones de monitoreo Metepec, Ceboruco y San Cristóbal en el año 2011; mientras que para las estaciones San Mateo Atenco, Oxtotitlán y Centro se observan

mayores valores del contaminante para el año 2017. Es notorio que la estación aeropuerto presentó en 2011 la mayor concentración del contaminante que las otras estaciones de monitoreo, pero no se cuenta con datos para el año 2017.

Gráfica 27. Concentración de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

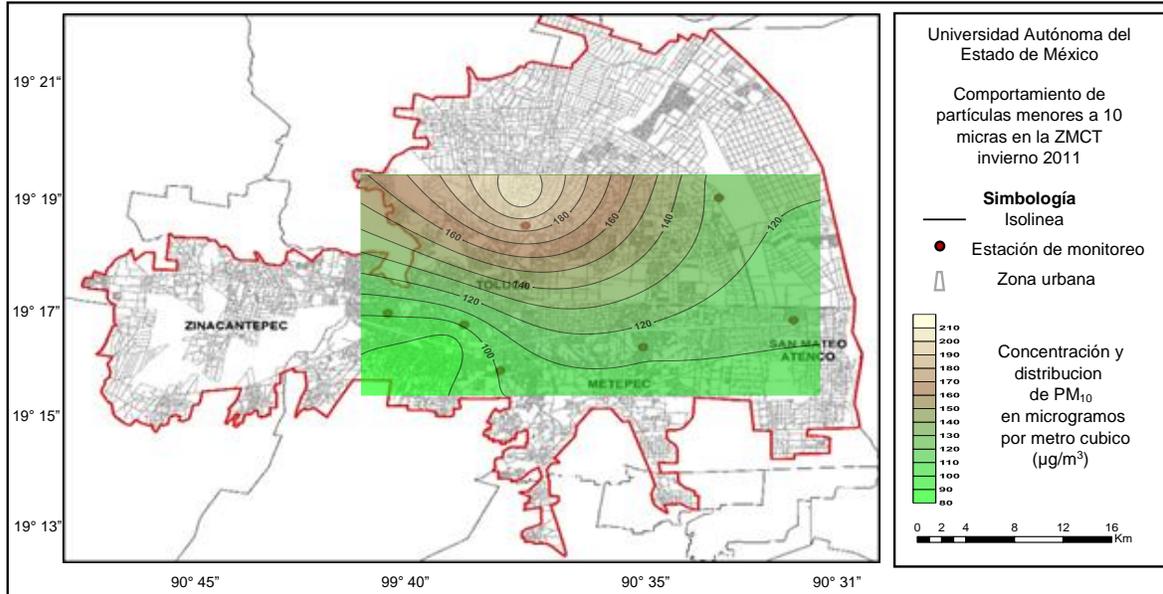
4. Distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT, en los años 2011 y 2017

Las figuras 21 y 22 muestran la distribución espacial de las partículas menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT, en la estación de invierno de los años 2011 y 2017. En el año 2011 se observa que el contaminante se concentró al norte de la ZMCT, en el área de influencia de la estación San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto. En el invierno de 2017 el contaminante se concentró al noreste y este, de la estación San Mateo Atenco con tendencia hacia el Aeropuerto, considerando que en esta estación ya no se registraron datos para una mayor evidencia específica.

La calidad del aire para las partículas menores a 10 micras correspondiente a la estación invierno de 2011 se reporta con dos días de calidad regular, indicando que se pueden llevar a cabo actividades al aire libre, ya que los siguientes registros de este periodo reportan mala calidad del aire, rebasando más de 101 puntos con registros de 100 a 180 puntos mientras que para 2017 los valores promedio oscilan entre 66 y 100 puntos, estos índices los reportan las estaciones de la zona norte y sur respectivamente de la ZMCT, las áreas verdes guardan

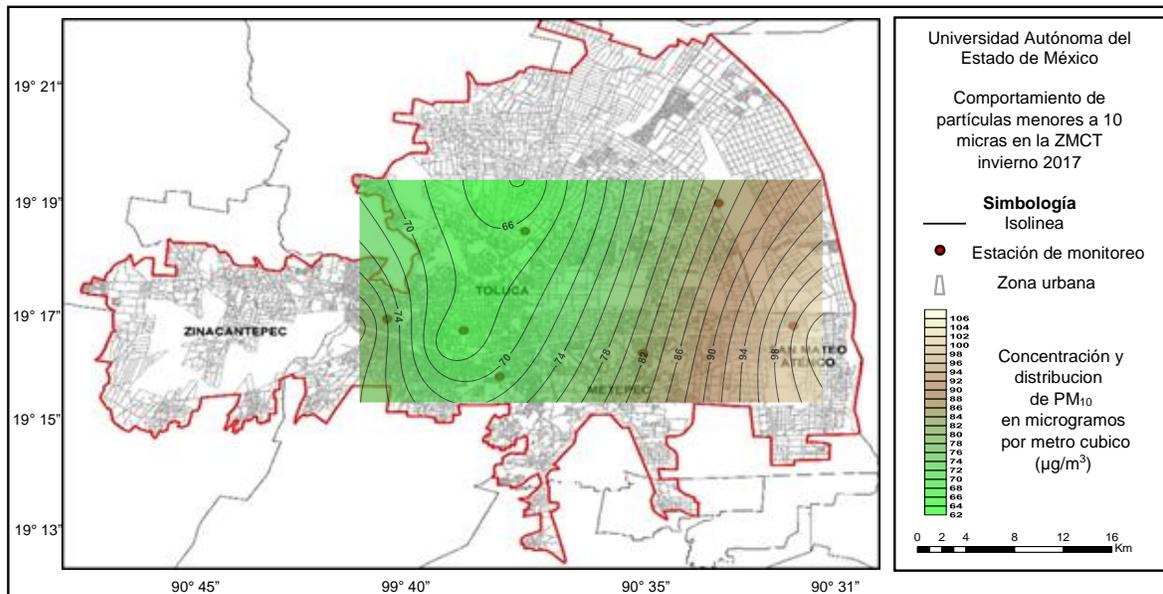
relación con la dispersión y concentración principalmente hacia la periferia donde se encuentran las áreas con grado de marginación más alto.

Figura 21. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

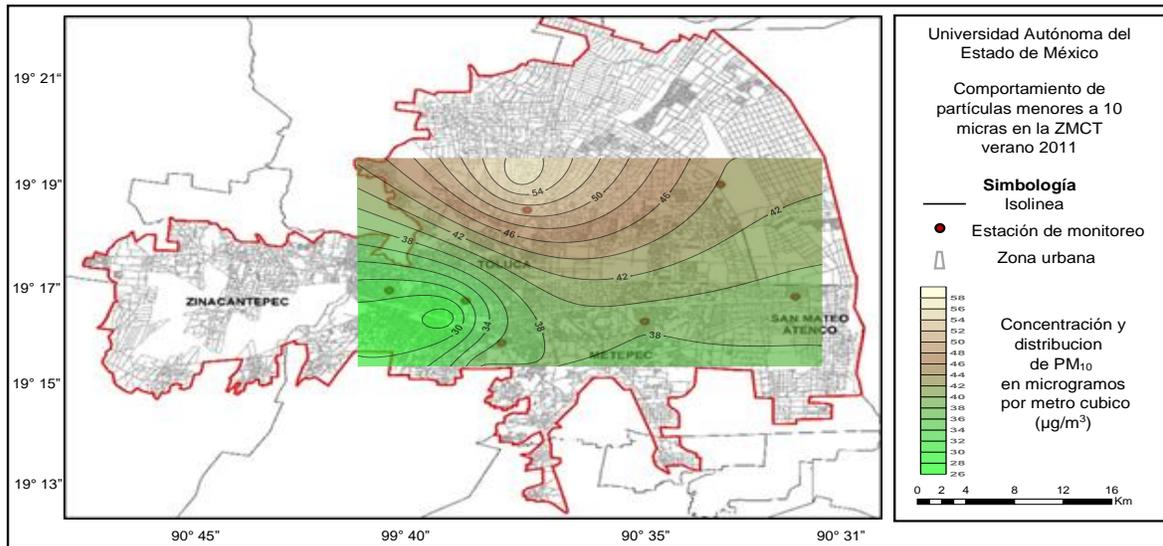
Figura 22. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

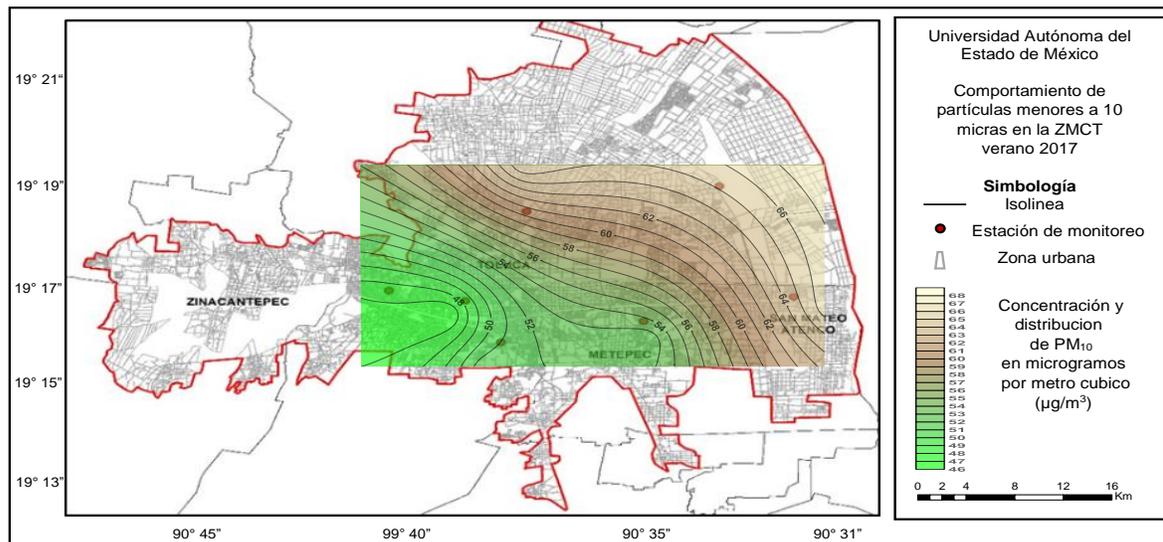
Las figuras 23 y 24 muestran la distribución espacial de las Partículas Menores a 10 micras (PM_{10}) en la ZMCT, en la estación de verano de los años 2011 y 2017. Se observa que en el verano de 2011 el contaminante se concentró al noroeste de la ZMCT, en el área de influencia de la estación San Cristóbal Huichochitlán. En el verano del año 2017 la mayor concentración del contaminante se ubicó al sureste de la ZMCT, alrededor de la estación San Mateo Atenco, con una distribución hacia el noreste de la ZMCT.

Figura 23. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM_{10}) en la ZMCT, en la estación de verano 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 24. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 10 micras (PM_{10}) en la ZMCT, en la estación de verano 2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

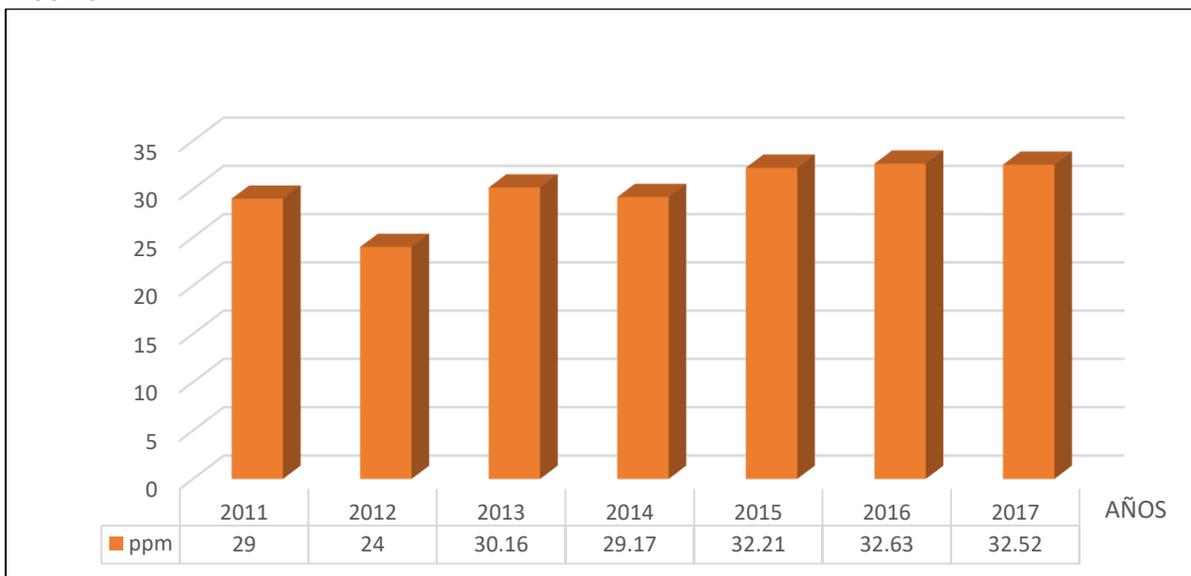
Los registros de la calidad del aire para la estación de verano oscilan entre los 30 y 54 puntos del índice metropolitano en 2011, para 2017 promedian 48 a 66 puntos en 2017 estos índices están dentro los índices de calidad regular considerando que de acuerdo a la humedad en el ambiente las partículas menores a 10 micras disminuyen en esta estación del año, de tal manera que hay días con calidad de buena a regular, señalando que las áreas verdes son factor principal en la disminución del contaminante debido a la presencia de vegetación.

3.3.5 Partículas Menores a 2.5 Micras

1. Promedios anuales de la concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) (ppm) en la ZMCT de 2011 a 2017

En la gráfica 28 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración de partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) en aire en la ZMCT en el periodo 2011-2017; es evidente que en los años de 2011 a 2014, la concentración del contaminante varió sus niveles, mostrando la gráfica que el año 2012 fue el que presentó una menor concentración. En tanto que los años que presentan las mayores cantidades de forma homogénea son de 2015 a 2017.

Gráfica 28. Concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT 2011 a 2017 (Promedio anual ppm)



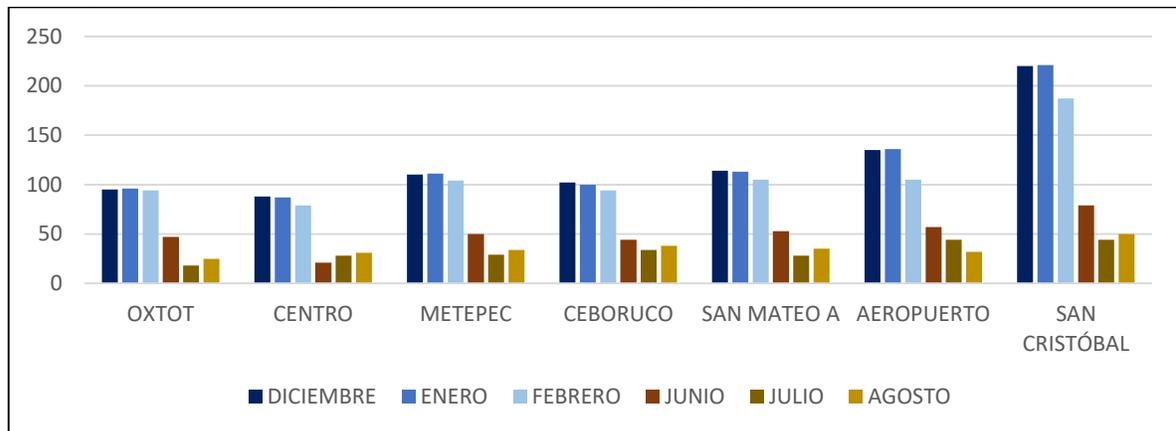
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

2. Promedios mensuales de la concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) (ppm) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año para el verano y el invierno de los años 2011 y 2017

En las gráficas 29 y 30 se observa el promedio anual (ppm) de la concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT en los años 2011 y 2017; en las estaciones del año de verano e invierno, es evidente que en todas las estaciones de monitoreo y en ambos años, la concentración del contaminante es mayor en los meses de invierno que en el verano. En 2011 la mayor diferencia se observa en las estaciones de monitoreo Aeropuerto y San Cristóbal Huichochitlán, y es menor esta diferencia en las estaciones San Mateo

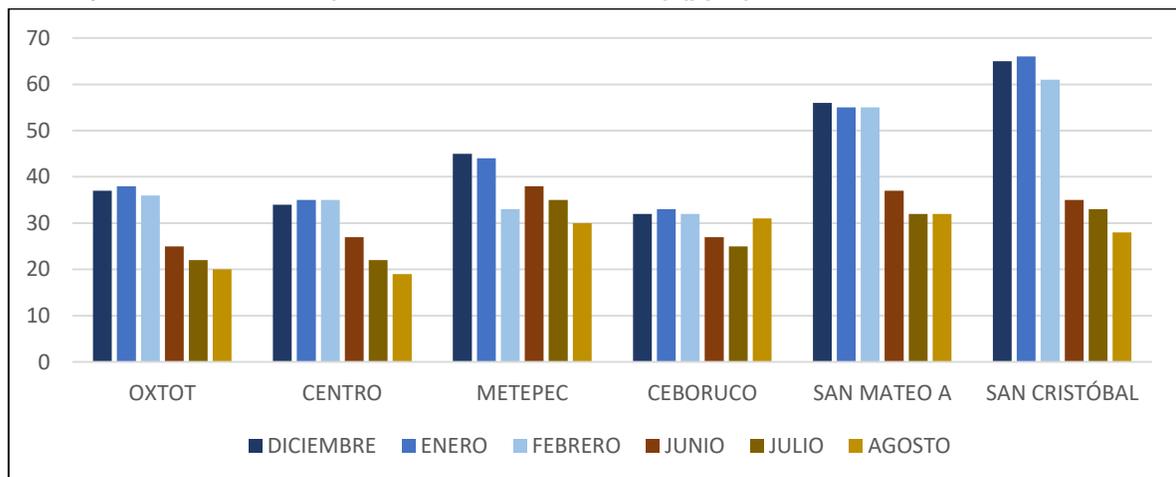
Atenco y Metepec. En 2017 se observan claras diferencias entre el verano y el invierno en las estaciones Centro, Oxtotitlán, Ceboruco y San Mateo Atenco; y las menores diferencias se observan en las estaciones Metepec y San Cristóbal. En general los valores del Partículas Menores a 2.5 Micras en ambas estaciones del año es menor en 2017 que en 2011.

Gráfica 29. Concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2011) (ppm)



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Gráfica 30. Concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT por estación de monitoreo y estación del año (Verano e invierno de 2017) (ppm)



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

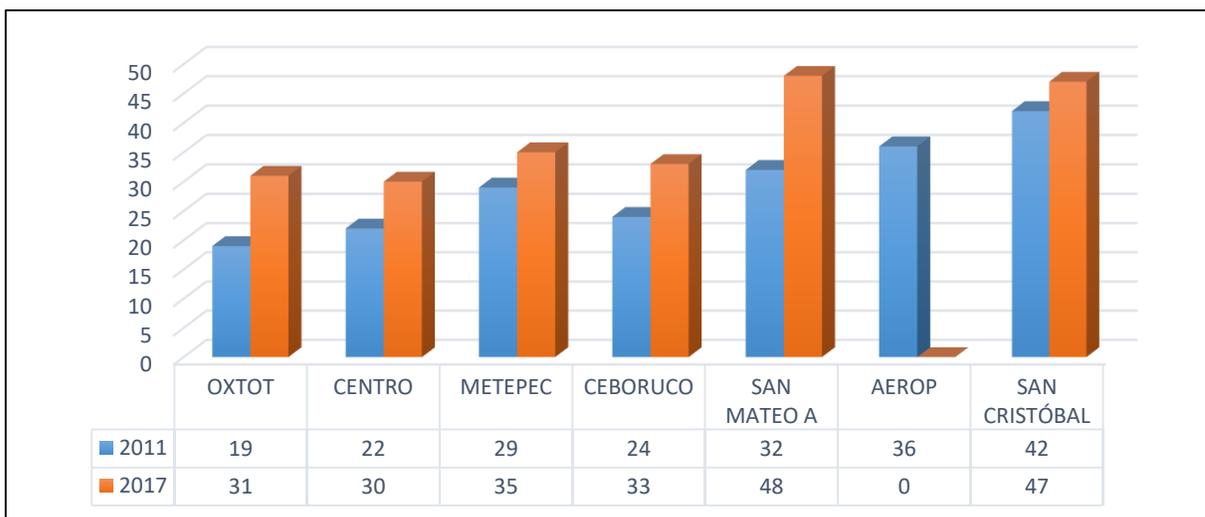
3. Promedio anual (ppm) de la concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT, por estación de monitoreo en los años 2011 y 2017.

Los promedios anuales de la concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT por estación de monitoreo para los años 2011 y 2017, muestran valores mayores para las estaciones de monitoreo Metepec, Ceboruco y San Cristóbal en el año 2011; mientras que para las estaciones San Mateo Atenco, Oxtotitlán y Centro se observan mayores valores del contaminante para el año 2017. Es notorio que la estación San Cristóbal Huichochitlán presentó en 2011 la mayor concentración del contaminante que las otras estaciones de monitoreo seguido de la estación San Mateo Atenco, en la estación Aeropuerto no se cuenta con datos para el año 2017 gráfica 31.

4. Distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras en la ZMCT, en los años 2011 y 2017

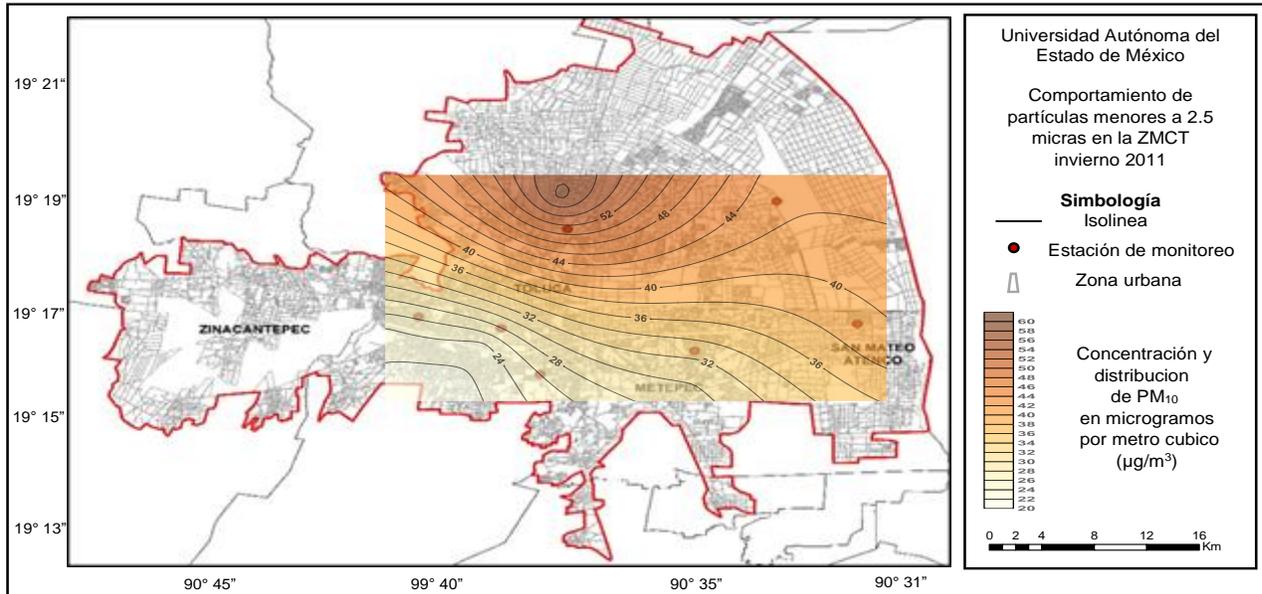
Las figuras 25 y 26 muestran la distribución espacial de las partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) en la ZMCT, en la estación de invierno de los años 2011 y 2017. En el año 2011 se observa que el contaminante se concentró al centro de la ZMCT, en el área de influencia de la estación Toluca Centro y al norte alrededor de la estación San Cristóbal Huichochitlán. En el invierno de 2017 el contaminante se concentró al norte y noreste, de la estación San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto.

Gráfica 31. Concentración de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT 2011 y 2017, por estación de monitoreo (Promedio anual ppm)



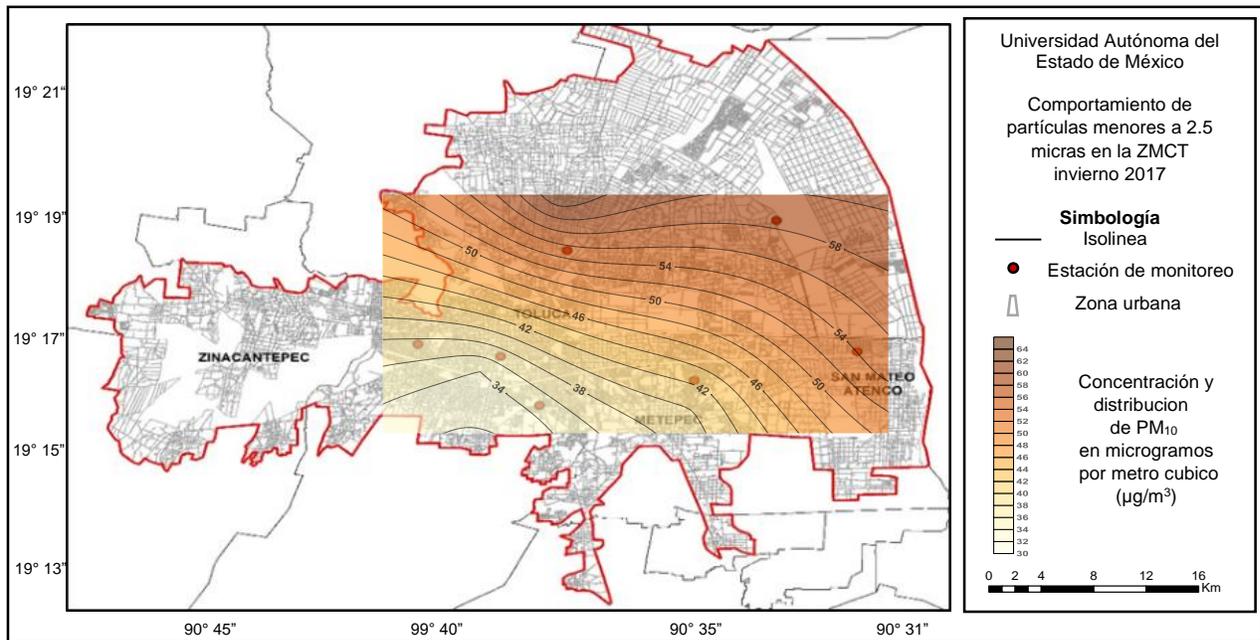
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 25. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT, en la estación de invierno 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 26. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT, en la estación de invierno 2017.



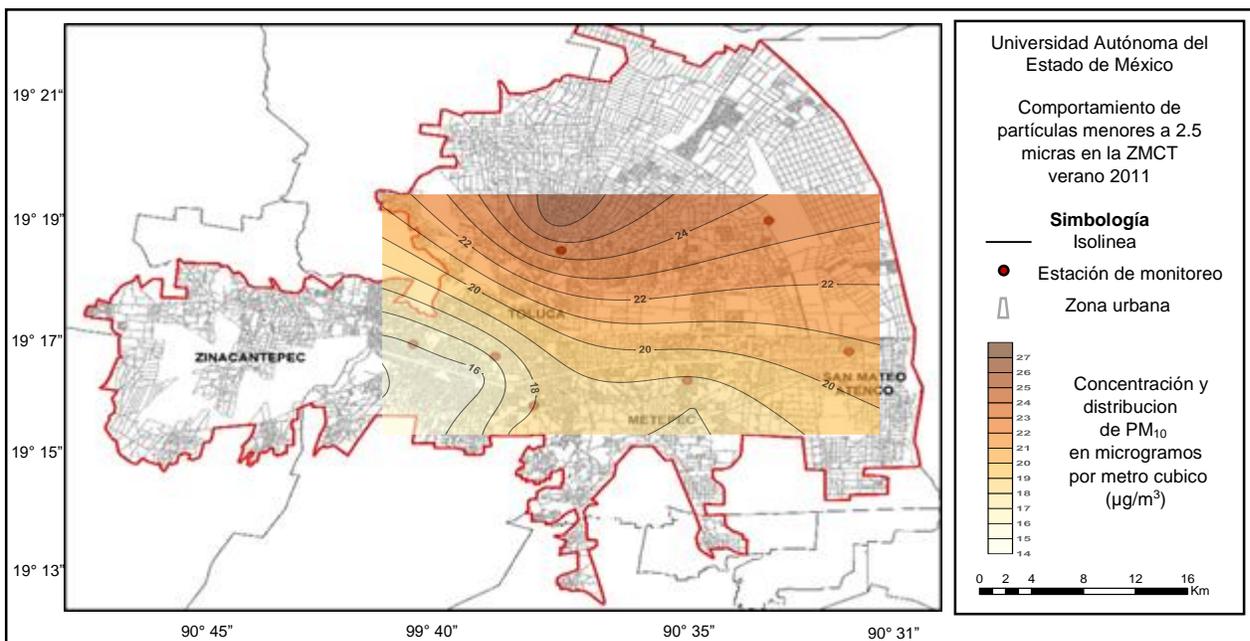
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Los registros del índice la calidad del aire para las partículas menores a 2.5 micras correspondientes a la estación invierno de 2011, los promedios que oscilan entre 24 a 54 puntos del índice metropolitano de la calidad del aire en regular si bien pasa los 50 puntos

en este periodo se asemeja en 2017 con valores similares de 34 a 58 puntos, la trayectoria que sigue este contaminante en su desplazamiento se desplaza hacia el norte de la ZMCT donde es escasa la presencia de áreas verdes para su contención y captación, ya que en este sentido la urbanización se está desplazando en especial hacia donde existe las áreas de marginación alta, lo que requiere mayor atención en el bienestar de la población.

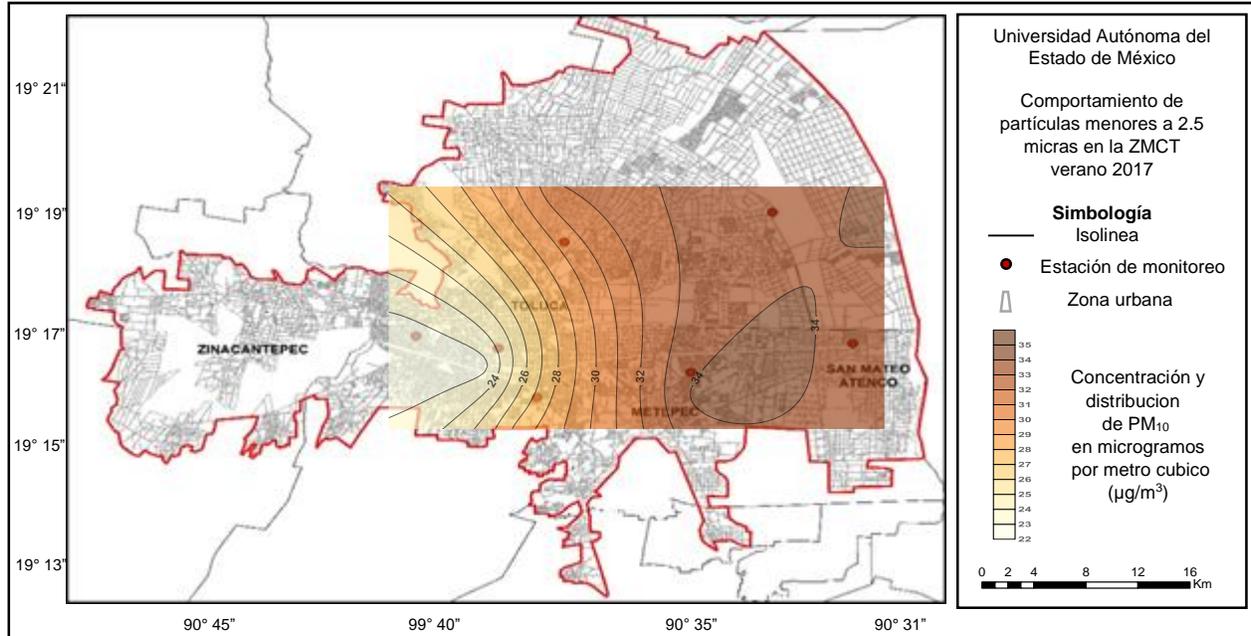
Las figuras 27 y 28 muestran la distribución espacial del Partículas Menores a 2.5 Micras ($PM_{2.5}$) en la ZMCT, en la estación de verano de los años 2011 y 2017. Se observa que en el verano de 2011 el contaminante se concentró al noreste de la ZMCT, en el área de influencia de la estación Aeropuerto y San Cristóbal Huichochitlán. En el verano del año 2017 la mayor concentración del contaminante se ubicó al sureste de la ZMCT, alrededor de la estación San Mateo Atenco.

Figura 27. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras ($PM_{2.5}$) en la ZMCT, en la estación de verano 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Figura 28. Mapa de la distribución espacial de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5}) en la ZMCT, en la estación de verano 2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2017

Los índices de la calidad del aire para las partículas menores a 2.5 micras en la estación verano de 2011 indica que la calidad del aire es buena, ya que es menor a 50 puntos con promedios de 16 a 24 puntos, es el mismo caso para 2017 en que el periodo trimestral oscila con valores de 24 a 34 puntos, en este sentido las condiciones son normales. Respecto a las áreas verdes dado que existe un intercambio favorable en la retención de partículas donde están presentes en la zona urbana; se considera que es necesario su incremento por razones del flujo vehicular y la presencia de fuentes fijas que emanan los contaminantes.

3.4 Diagnóstico sobre el grado de marginación en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico del grado de marginación de las localidades.

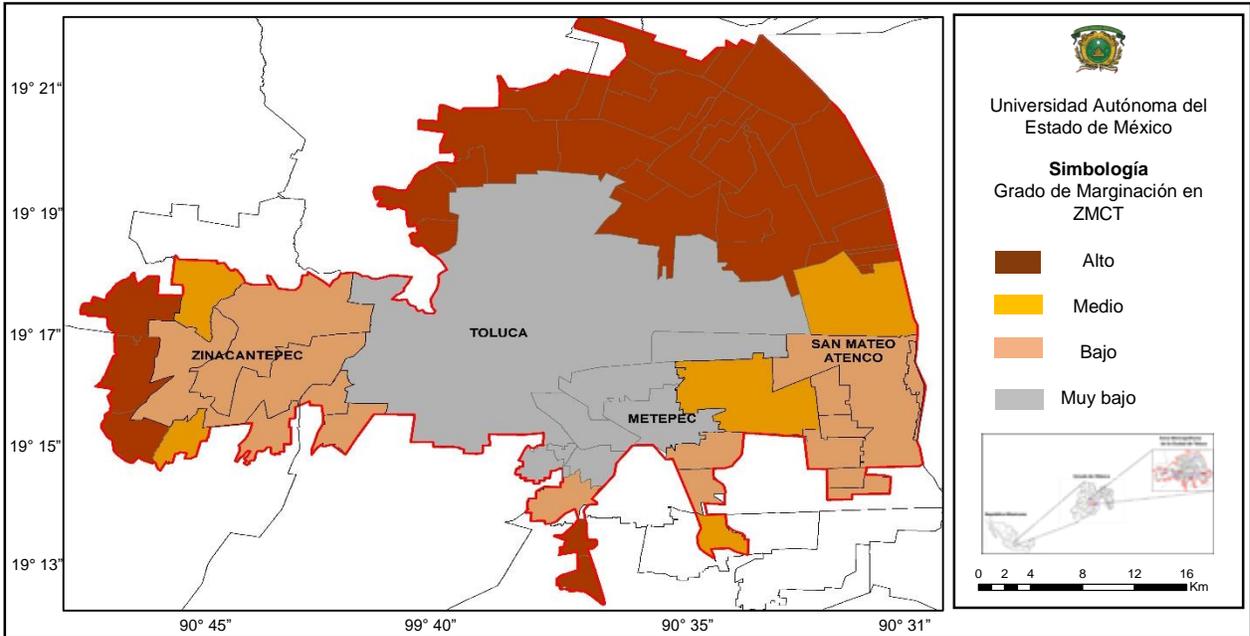
De acuerdo al CONEVAL (2015), el grado de marginación es una medida en la que un solo índice agrega variables de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos en la vivienda, de calidad y espacios en la misma, y de activos en el hogar. Es decir, proporciona el resumen de cuatro carencias sociales de la medición de pobreza.

No se trata de una medición de pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación, permite tener información de indicadores sociales desagregados hasta nivel de localidad, con lo que CONEVAL contribuye con la generación de datos para la toma de decisiones en materia de política social, especialmente para analizar la desigualdad de coberturas sociales que subsisten en el territorio nacional. Los datos que se presentan son los relacionados con las estimaciones 2010 a nivel estatal, municipal y por localidad con base en el Censo de Población y Vivienda 2010.

El total de localidades de los cuatro municipios incluidas en este estudio es de 93 localidades; el total de población dentro de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec incluidos en la ZMCT es de 1,137,634 habitantes (2010).

En figura 29 se representa cartográficamente el grado de marginación en la ZMCT presente en las 93 localidades de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo y Zinacantepec, incluidas las localidades existentes dentro del área de estudio de la ZMCT, se observa que en el centro de la ZMCT el grado de marginación es muy bajo, prevalecen en partes de las localidades del municipio de Toluca y Metepec, seguido del grado de marginación bajo en localidades del municipio de San Mateo Atenco y Zinacantepec, en tanto el grado de marginación medio se presenta en localidades periféricas ubicadas en Toluca, Metepec y Zinacantepec y finalmente el grado de marginación alto se presenta en localidades del norte del municipio de Toluca donde se delimita la urbanización de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca.

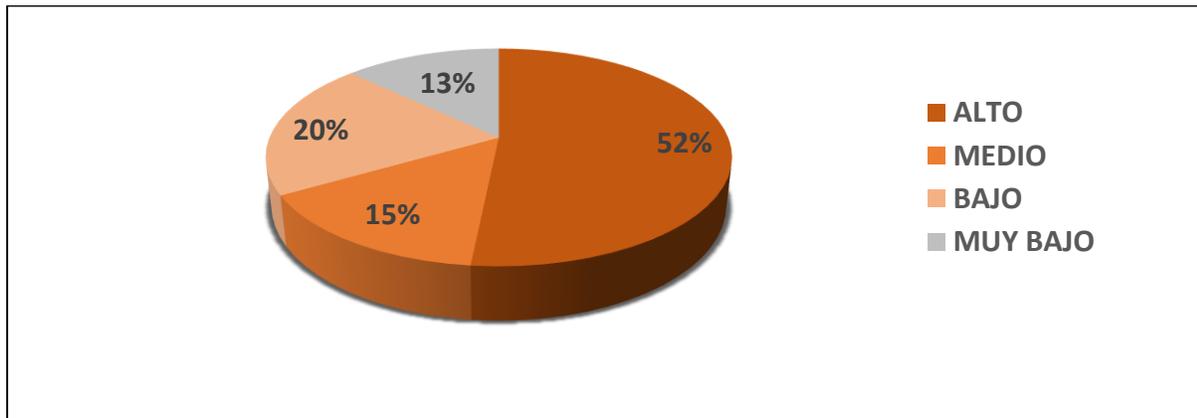
Figura 29. Grado de Marginación de la ZMCT en 2010.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL SEDESOL, INEGI, 2015

En la gráfica 32 se representa el grado de marginación del total de localidades en la ZMCT, el grado de marginación alto un 52%, en tanto que 15% en el grado es medio, 20% corresponde a grado bajo, mientras que el nivel es muy bajo con un 13%, por lo tanto, el nivel de marginación en la ZMCT es alto en las localidades periféricas de la Zona Metropolitana.

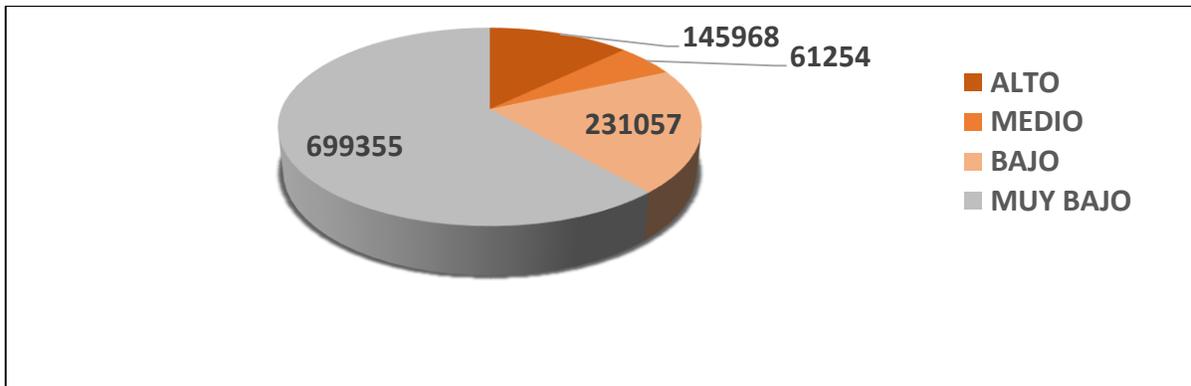
Gráfica 32. Grado de Marginación del total de localidades incluidas en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

En tanto en la gráfica 33 se representa el grado de marginación total de los habitantes en la ZMCT, indicando que, del total de 1,137,634 habitantes, destaca el grado de marginación muy bajo con 699,355 habitantes, que se concentra en la parte central de la ZMCT con alta densidad poblacional, comparado con los otros sectores de la gráfica la representación disminuye para los niveles bajo, alto y media, en las localidades periféricas con menor densidad de población.

Gráfica 33. Grado de marginación total de los habitantes en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

Es por esto que cuando se analiza el número de localidades más de la mitad presenta grado de marginación alto, pero cuando se analiza el número de habitantes casi el 70% se incluye con grado de marginación muy bajo, debido a las diferencias en la densidad poblacional, de las diversas áreas de la ZMCT.

3.4.1 Marginación en el Municipio de Toluca dentro de la ZMCT

De las 52 localidades del municipio de Toluca incluidas en la ZMCT (tabla 26), 35 (67%) localidades presentan grado de marginación alto, 8 (15%) medio, 6 (12%) bajo y 3 (3%) muy bajo.

Considerando el número total de habitantes del municipio de Toluca incluidos en la ZMCT (743,780), un total de 108,817 (67%) viven con un grado de marginación alto, 49,178 (15%) viven con un grado de marginación medio, 34,565 (12%) viven con un grado de marginación bajo, 530,144 (6%) viven con un grado de marginación muy bajo.

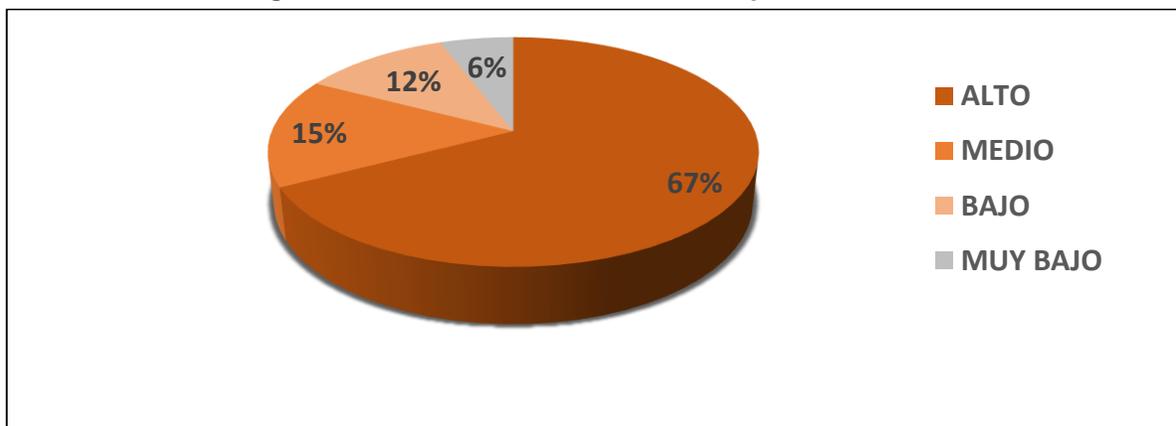
Tabla 26. Grado de marginación de las localidades del municipio de Toluca incluidas en la ZMCT

| No. | Nombre de la localidad | Población 2010 | Grado de marginación de la localidad 2010 |
|---|--|----------------|---|
| 1 | San Pablo Autopan | 35,141 | Alto |
| 2 | San Andrés Cuexcontitlán | 18,005 | Alto |
| 3 | San Diego de los Padres Cuexcontitlán | 8,362 | Alto |
| 4 | San Nicolás Tolentino | 6,798 | Alto |
| 5 | La Constitución Toltepec | 6,402 | Alto |
| 6 | Jicaltepec Autopan | 5,228 | Alto |
| 7 | Jicaltepec Cuexcontitlán | 4,318 | Alto |
| 8 | Barrio Santa Cruz | 3,757 | Alto |
| 9 | San Diego los Padres Cuexcontitlán Sección 5 B | 3,242 | Alto |
| 10 | San Diego Linares | 2,914 | Alto |
| 11 | Colonia el Refugio | 1,790 | Alto |
| 12 | Sebastián Lerdo de Tejada | 1,673 | Alto |
| 13 | Barrio del Cajón | 1,242 | Alto |
| 14 | San Carlos Autopan | 1,202 | Alto |
| 15 | La Loma Cuexcontitlán | 1,084 | Alto |
| 16 | Barrio de Santa María | 940 | Alto |
| 17 | Ojo de Agua | 906 | Alto |
| 18 | San José Buenavista | 849 | Alto |
| 19 | Colonia Guadalupe | 730 | Alto |
| 20 | San Carlos | 665 | Alto |
| 21 | Guadalupe | 557 | Alto |
| 22 | Barrio de Balbuena | 461 | Alto |
| 23 | Xicaltepec | 399 | Alto |
| 24 | Ejido de Nova (Barrio del Museo) | 345 | Alto |
| 25 | Barrio Zimbrones | 336 | Alto |
| 26 | Colonia las Palmas | 298 | Alto |
| 27 | Ejido de Xicaltepec Oztzacatipan | 289 | Alto |
| 28 | Rancho Shuli (El Socavón) | 247 | Alto |
| 29 | Colonia Acuxtitla | 139 | Alto |
| 30 | Ejido de Oxtotitlán (Nova) | 124 | Alto |
| 31 | San Judas Tadeo | 101 | Alto |
| 32 | Ejido del Cerro del Murciélago | 90 | Alto |
| 33 | Ranchería San Isidro | 86 | Alto |
| 34 | Barrio la Joya | 71 | Alto |
| 35 | Rancho San Bartolo (Rancho Grande) | 26 | Alto |
| 36 | San Mateo Oztzacatipan | 22,656 | Medio |
| 37 | El Cerrillo Vista Hermosa | 8,699 | Medio |
| 38 | San Juan Tilapa | 8,420 | Medio |
| 39 | Arroyo Vista Hermosa | 3,208 | Medio |
| 40 | San Martín Toltepec | 2,753 | Medio |
| 41 | Guadalupe Totoltepec | 1,755 | Medio |
| 42 | Ejido San Marcos Yachihuacaltepec | 847 | Medio |
| 43 | San Francisco Totoltepec | 840 | Medio |
| 44 | San Pedro Totoltepec | 21,076 | Bajo |
| 45 | Cacalomacán | 12,001 | Bajo |
| 46 | Calixtlahuaca | 8,993 | Bajo |
| 47 | San Antonio Buenavista | 5,937 | Bajo |
| 48 | San Marcos Yachihuacaltepec | 5,917 | Bajo |
| 49 | Palmillas | 1,717 | Bajo |
| 50 | Toluca de Lerdo | 489,333 | Muy bajo |
| 51 | San José Guadalupe Oztzacatipan | 31,299 | Muy bajo |
| 52 | San Felipe Tlalmimilolpan | 9,512 | Muy bajo |
| Población total del municipio en la ZMCT | | 743,780 | |

Fuente: catálogo de localidades SEDESOL 2015

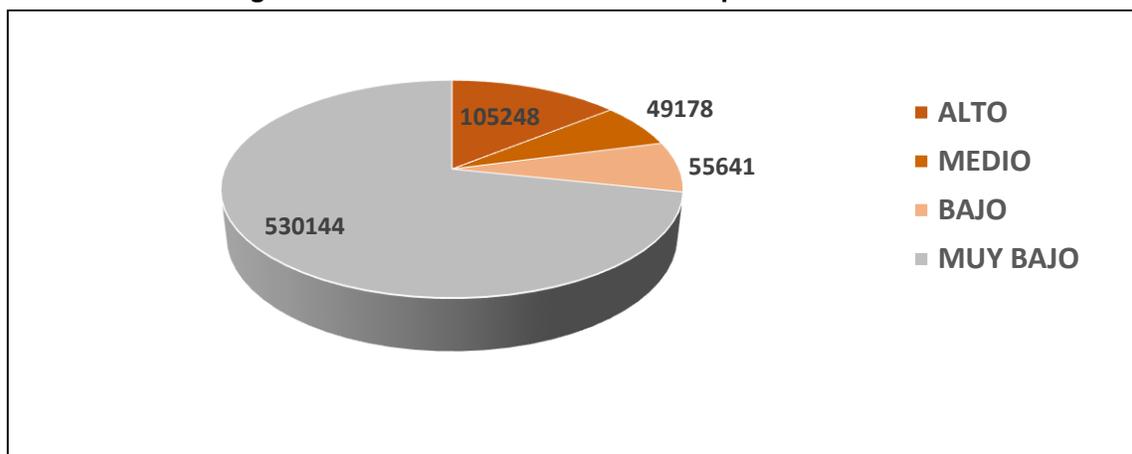
La gráfica 34 muestra el grado de marginación por localidades del municipio de Toluca en la que destaca la zona norte de este municipio, considerando que están dentro de la ZMCT, esta urbanización tiende a expandirse en las localidades periféricas de la zona, donde la población en general es de un nivel económico es de medio a bajo y la situación de infraestructura es notable por la falta de servicios básicos y escasos en ocasiones, de ahí que la situación ambiental es baja dado a la falta de una visión ambiental y sustentable. Esta área requiere de infraestructura medio ambiental y sustentable, dado que hay un sector de la población que requiere un nivel de cultura más alto para poder mostrar que se pueden llevar a cabo soluciones al medio ambiente.

Gráfica 34. Grado de marginación de las localidades del municipio de Toluca incluidas en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

Gráfica 35. Grado de marginación de los habitantes del municipio de Toluca incluidos en la ZMCT.



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015.

3.4.2 Marginación en el Municipio de Metepec dentro de la ZMCT

Para el municipio de Metepec, se incluyeron en la ZMCT 21 localidades (tabla 27); de ellas 3 localidades presentan un grado de marginación alto, 3 medio, 6 bajo y 9 muy bajo.

Considerando el número total de habitantes del municipio de Metepec incluidos en la ZMCT (214,156), un total de 1,523 (14%) viven con un grado de marginación alto, 9,098 (14%) viven con un grado de marginación medio, 34,324 (14%) viven con un grado de marginación bajo, 169,211 (43%) viven con un grado de marginación muy bajo.

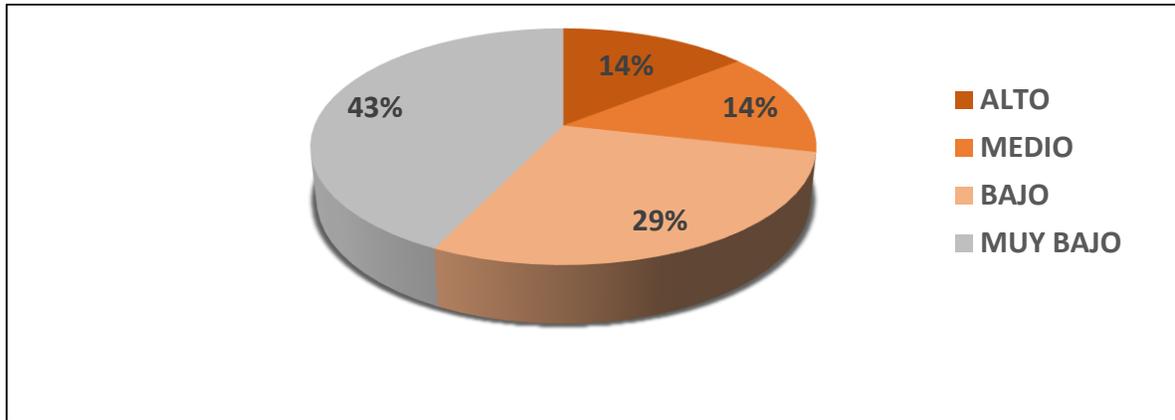
Tabla 27. Grado de marginación de las localidades del municipio de Metepec incluidas en la ZMCT

| No. | Nombre de la localidad | Población 2010 | Grado de marginación de la localidad 2010 |
|---|------------------------------------|----------------|---|
| 1 | Barrio de la Asunción | 725 | Alto |
| 2 | Barrio Santiaguito | 624 | Alto |
| 3 | Las Minas | 174 | Alto |
| 4 | Santa María Magdalena Ocotitlán | 6,547 | Medio |
| 5 | Colonia Agrícola Álvaro Obregón | 1,922 | Medio |
| 6 | San Lucas | 629 | Medio |
| 7 | San Bartolomé Tlaltelulco | 11,141 | Bajo |
| 8 | San Gaspar Tlahuelilpan | 8,456 | Bajo |
| 9 | San Miguel Totocuitlapilco | 8,207 | Bajo |
| 10 | San Lucas Tunco (San Lucas) | 4,382 | Bajo |
| 11 | San Sebastián | 2,017 | Bajo |
| 12 | El Arenal | 121 | Bajo |
| 13 | San Salvador Tizatlalli | 61,367 | Muy bajo |
| 14 | Metepec | 28,205 | Muy bajo |
| 15 | San Jerónimo Chicahualco | 26,281 | Muy bajo |
| 16 | San Francisco Coaxusco | 24,900 | Muy bajo |
| 17 | San Jorge Pueblo Nuevo | 23,107 | Muy bajo |
| 18 | San Lorenzo Coacalco (San Lorenzo) | 3,722 | Muy bajo |
| 19 | Colonia Llano Grande (El Salitre) | 823 | Muy bajo |
| 20 | Residencial Campestre Metepec | 448 | Muy bajo |
| 21 | Residencial Foresta | 358 | Muy bajo |
| Población total del municipio en la ZMCT | | 214,156 | |

Fuente: catálogo de localidades SEDESOL 2010

La gráfica 36 muestra el grado de marginación de las localidades del municipio de Metepec, se observa un grado de marginación muy bajo con un 43%, seguido con un 29% bajo y con un 14% lo grados de medio y alto, dado que en las localidades existen condiciones diferentes en condiciones de bienestar socioeconómico.

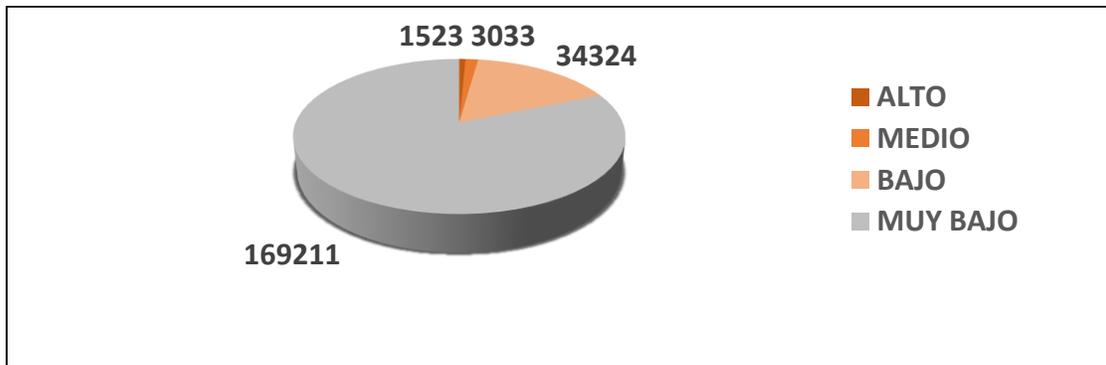
Gráfica 36. Grado de marginación de las localidades del municipio de Metepec incluidas en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

En cuanto el grado de marginación por habitantes se denota que predomina el grado muy bajo, debido a que la población se concentra en las localidades que cuenta con mayor disponibilidad de servicios, influenciando las condiciones básicas para el desarrollo socioeconómico y en cuanto a cualidades de ingreso y por lo tanto de infraestructura dentro del municipio (gráfica 37).

Gráfica 37. Grado de marginación de los habitantes del municipio de Metepec incluidos en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

.4.3 Marginación en el Municipio de San Mateo Atenco dentro de la ZMCT

Para el municipio de San Mateo Atenco, se incluyeron en la ZMCT 4 localidades (tabla 28); de ellas 1 localidad (25%) presenta un grado de marginación medio y 3 (75%) bajo.

Considerando el número total de habitantes del municipio de San Mateo Atenco incluidos en la ZMCT (72,279), 300 (25%) viven con un grado de marginación medio, 72,279 (75%) viven con un grado de marginación bajo.

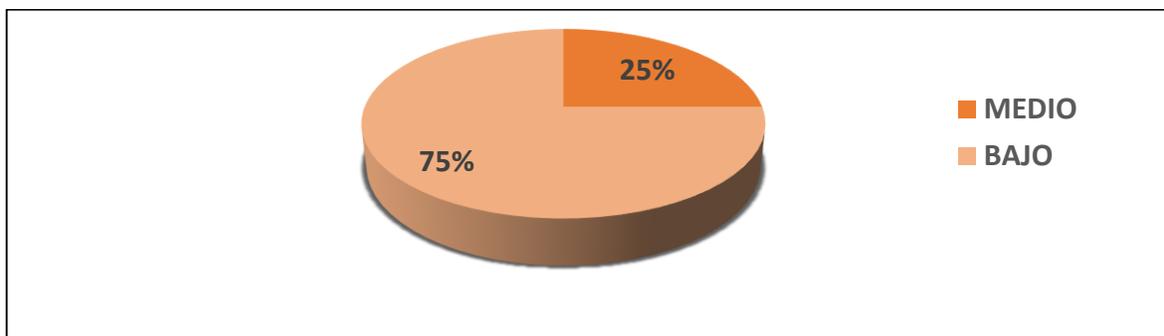
Tabla 28. Grado de marginación de las localidades del municipio de San Mateo Atenco incluidas en la ZMCT

| No. | Nombre de la localidad | Población 2010 | Grado de marginación de la localidad 2010 |
|---|---------------------------------------|----------------|---|
| 1 | Barrio de San Pedro | 300 | Medio |
| 2 | San Mateo Atenco | 67,890 | Bajo |
| 3 | Santa María la Asunción | 4,200 | Bajo |
| 4 | Barrio de San Francisco (San Agustín) | 189 | Bajo |
| Población total del municipio en la ZMCT | | 72,579 | |

Fuente: catálogo de localidades SEDESOL 2010

En la gráfica 38 del municipio de San Mateo Atenco, se muestra el grado de marginación por localidades, destaca el grado bajo con un 75%, seguido del grado medio con un 25% contando este con muy pocas localidades dentro de la ZMCT.

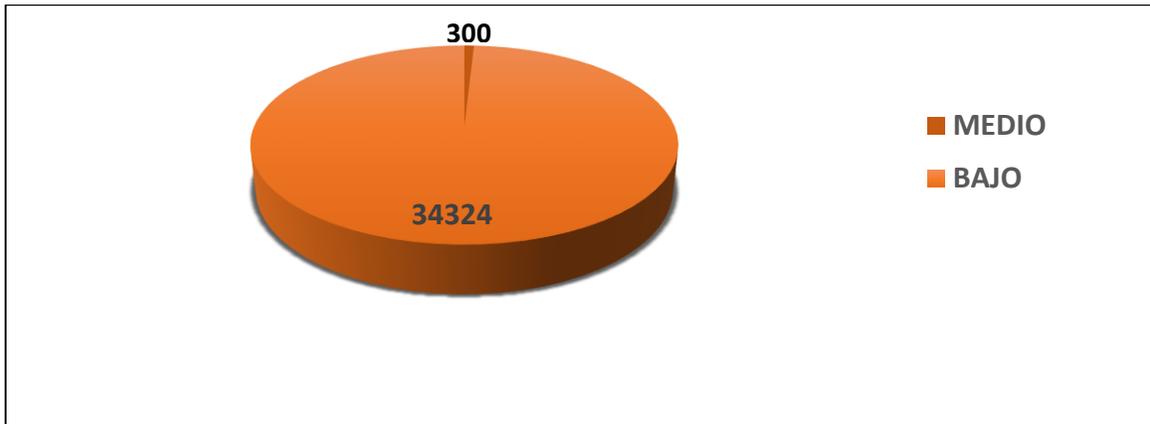
Gráfica 38. Grado de marginación de las localidades del municipio de San Mateo Atenco incluidas en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

Así también en la gráfica 39 se muestra el número de habitantes con relación al grado de marginación, destacando el grado bajo y en baja proporción el grado medio, estos dos niveles predominan dado que los otros grados no son relevantes de acuerdo a la información obtenida por las instituciones gubernamentales.

Gráfica 39. Grado de marginación de los habitantes del municipio de San Mateo Atenco incluidos en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

3.4.4 Marginación en el Municipio de Zinacantepec dentro de la ZMCT

Para el municipio de Zinacantepec, se incluyeron en la ZMCT 16 localidades (tabla 29); de ellas 10 (62.5%) localidades presentan un grado de marginación alto, 2 (12.5%) medio y 4 (25%) bajo. Considerando el número total de habitantes del municipio de Zinacantepec incluidos en la ZMCT (107,119), un total de 35,628 (33.2%) viven con un grado de marginación alto, 2,678 (2.5%) viven con un grado de marginación medio, 68,813 (64.2%) viven con un grado de marginación bajo.

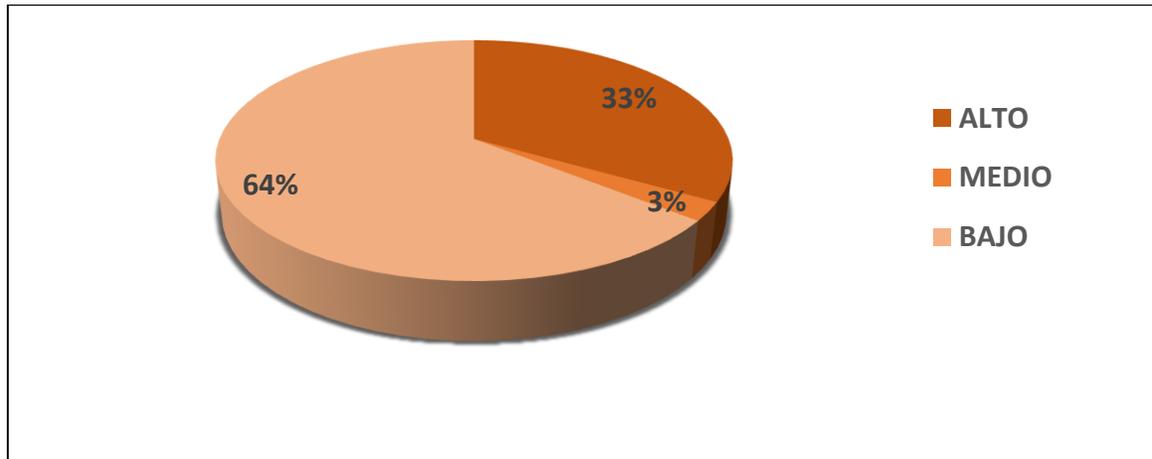
Tabla 29. Grado de marginación de las localidades del municipio de Zinacantepec incluidas en la ZMCT

| No. | Nombre de la localidad | Población 2010 | Grado de marginación de la localidad 2010 |
|---|------------------------------------|----------------|---|
| 1 | San Antonio Acahualco | 16,442 | Alto |
| 2 | Ejido San Lorenzo Cuauhtenco | 8,024 | Alto |
| 3 | Tejalpa | 2,729 | Alto |
| 4 | San Bartolo del Llano (San Isidro) | 2,348 | Alto |
| 5 | El Curtidor | 2,301 | Alto |
| 6 | San Pedro Tejalpa | 1,892 | Alto |
| 7 | Recibitas (El Remolino) | 602 | Alto |
| 8 | Buenavista | 560 | Alto |
| 9 | Colonia Dos de Marzo | 477 | Alto |
| 10 | La Puerta del Monte (La Puerta) | 253 | Alto |
| 11 | Ojo de Agua | 2,083 | Medio |
| 12 | Rancho las Ánimas | 595 | Medio |
| 13 | San Miguel Zinacantepec | 54,220 | Bajo |
| 14 | San Juan de las Huertas | 12,253 | Bajo |
| 15 | Colonia la Deportiva Rancho Viejo | 1,261 | Bajo |
| 16 | Cerro del Murciélago | 1,079 | Bajo |
| Población total del municipio en la ZMCT | | 107,119 | |

Fuente: catálogo de localidades SEDESOL 2010

La gráfica 40 muestra el grado de marginación por localidades del municipio de Zinacantepec en la que destaca el grado bajo con un 64%, seguido el grado medio con 33% y alto con 3%, en las localidades las condiciones socioeconómicas son dispersas y diversas en cuanto a las condiciones de urbanización.

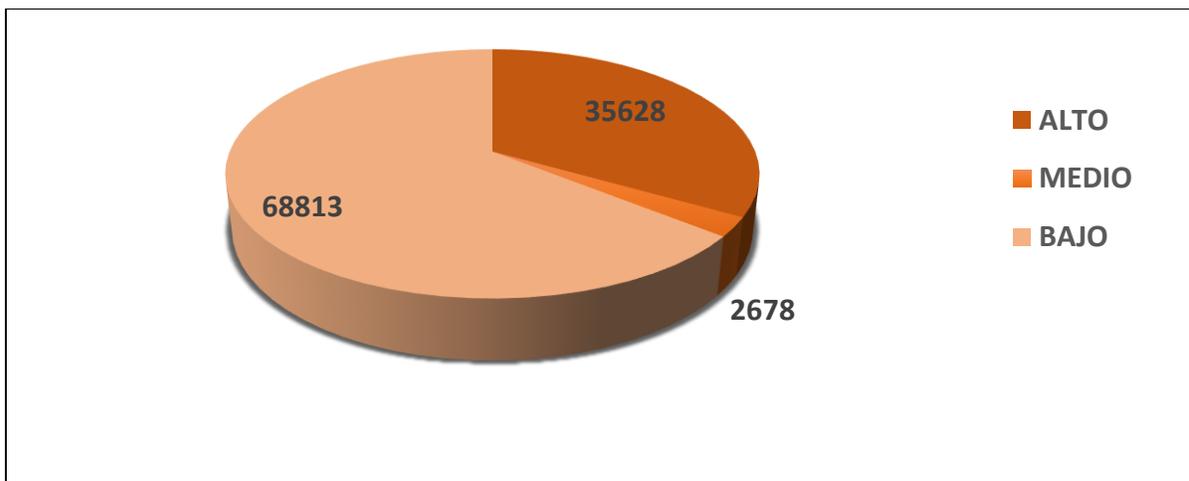
Gráfica 40. Grado de marginación de las localidades del municipio de Zinacantepec incluidas en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

En la gráfica 41 se muestra que el número de habitantes con grado de marginación destaca el bajo, seguido de medio y alto, lo que indica que las circunstancias son diversas en cuanto al grado de marginación y que la mayor concentración de la población se encuentra en la zona urbana del municipio y dentro del contexto de la ZMCT.

Gráfica 41. Grado de marginación de los habitantes del municipio de Zinacantepec incluidos en la ZMCT



Fuente: Catálogo de localidades SEDESOL 2015

De acuerdo con Romero (2010) en su análisis de como los usos y coberturas de los suelos al interior de las ciudades se relacionan, especialmente en Latinoamérica, con los procesos de segregación socioespacial de las poblaciones, existen importantes diferencias entre los

climas urbanos de las áreas ocupadas por los diferentes grupos socioeconómicos. Los planes urbanos tendrían que indicar localizaciones de nuevas áreas residenciales, densidades, usos y coberturas de suelos, que consideraran específicamente el mejoramiento de las condiciones climáticas al interior de la ciudad y la reducción de las desigualdades socio-ambientales a escala local.

Romero (2010) enfatiza que, si bien hasta ahora el problema de las emisiones de gases invernadero se ha abordado desde una perspectiva global, es claro que las consecuencias serán sentidas a nivel local, siendo necesarias comparaciones espaciales a niveles urbano-rural, intra e interurbanos.

Las ciudades latinoamericanas, presentan como rasgo distintivo, profundos desniveles socioeconómicos y segregación social entre sus habitantes, lo que se expresa también en condiciones ambientales diferentes y consecuentemente, en diversas características climáticas.

Principales resultados estadísticos a nivel estatal

Al analizar los datos estadísticos de los nueve indicadores socioeconómicos estatales de 2000 y 2010, se observa una notable disminución en todos, de hecho, el promedio de los indicadores se redujo notablemente, en particular en el porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos y el de viviendas con algún nivel de hacinamiento, cuyas reducciones alcanzan 12.2 y 9.6 puntos porcentuales respectivamente.

En el extremo contrario, las menores reducciones se presentan en el porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada, el de población de 15 años y más analfabeta, el de población en localidades con menos de cinco mil habitantes y el de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica, los cuales tuvieron una reducción de cerca de tres puntos porcentuales. Al comparar la brecha en los intervalos de variación de los indicadores el panorama cambia; un ejemplo de ello es el porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos que en el promedio presentaba la mayor reducción, pero al analizar las brechas sólo disminuye un punto porcentual; otro ejemplo es el porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada, indicador que en el promedio tenía una reducción de menos de tres puntos porcentuales, pero que presenta una amplitud de 0.56

puntos a la alza, ya que el intervalo va de 28.3 en 2000 a 28.8 en 2010; esto significa que pese a las reducciones de las carencias, su magnitud aún es considerable (CONAPO, 2016).

El universo de análisis municipal consta de 2 455 municipios, es decir, el total de áreas geoestadísticas municipales existentes en México en 2010. Así, al analizar la evolución del promedio de cada indicador se tiene que, el porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra y el de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni servicio sanitario, son los que más disminuyeron, en el extremo opuesto tenemos el porcentaje de población en localidades con menos de cinco mil habitantes y el porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada. Aunque la heterogeneidad de los municipios influye para que las variaciones entre los indicadores sean mayores, resulta interesante considerar su evolución (CONAPO, 2016).

Al analizar las brechas de los intervalos, las mayores reducciones aparecen en el porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica y el de ocupantes en viviendas con piso de tierra, mientras que las menores disminuciones ocurrieron en el porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos y el de ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario. El porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos aumentó su rango de variación en casi doce puntos, como resultado de la disminución en el valor mínimo observado, sin embargo, esto sólo indica una mayor variabilidad, no una reducción de la carencia (CONAPO, 2016).

3.5 Diagnóstico Ambiental Integral basado en la correlación espacial, entre la calidad del aire, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades de la ZMCT, basada en la superposición de mapas.

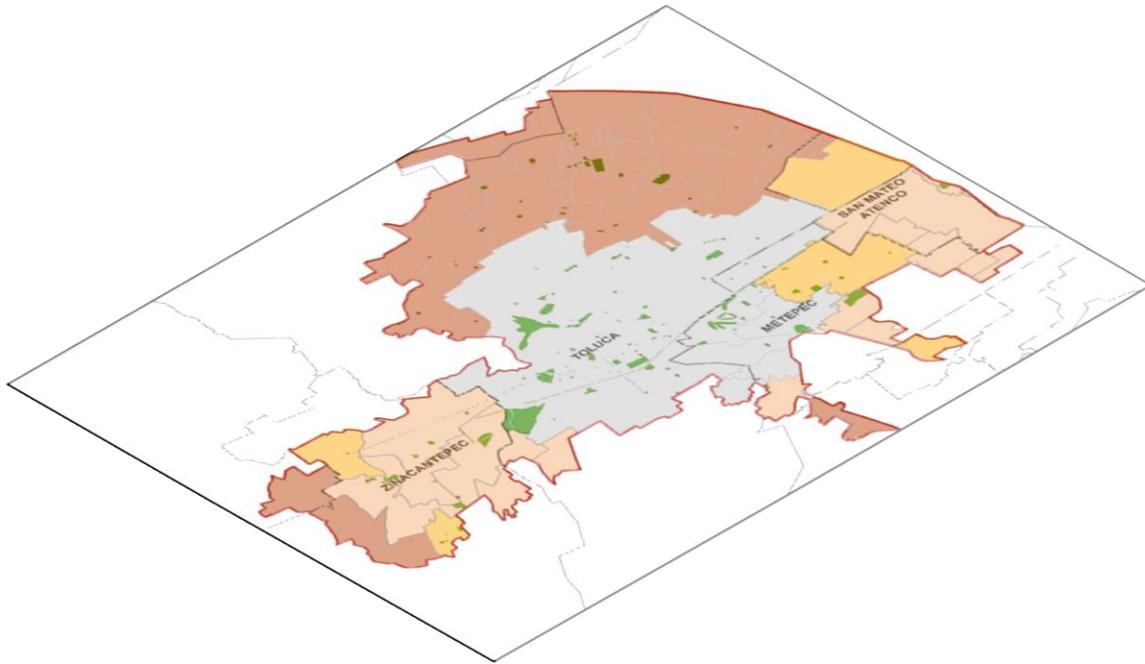
3.5.1 Correlación espacial entre la distribución de las áreas verdes y la distribución del grado de marginación en la ZMCT.

La sobreposición del mapa de las áreas verdes y el grado de marginación muestra la distribución entre ambos indicadores de la calidad de vida en la ZMCT, se observa que las áreas verdes muestran mayor frecuencia y área verde en la zona central de la ZMCT donde el grado de marginación de las localidades es muy bajo y bajo; en estas zonas hay abundancia de los parques, camellones y unidades deportivas por lo que estos presentan características importantes en cuanto a las condiciones de recreación y bienestar referente a la convivencia social. En tanto los polígonos con el grado de marginación alto y grado de marginación medio, se relacionan con las zonas de la ZMCT donde las áreas verdes son escasas y con poca superficie verde, mostrando que en las localidades de bajo y muy bajo grado de marginación las condiciones ambientales de la población son de calidad, mientras que las localidades de alto y medio grado de marginación las condiciones ambientales son de menor calidad (figura 30).

3.5.2 Correlación espacial entre la distribución de las áreas verdes y la distribución de los contaminantes atmosféricos.

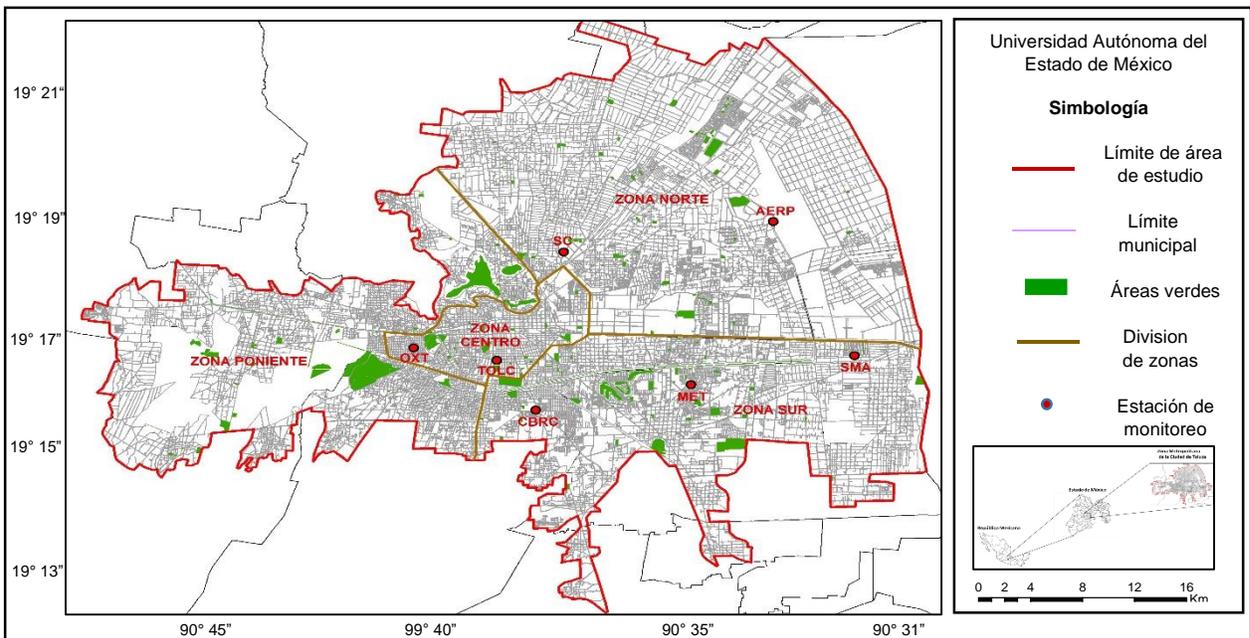
Se trata de observar mediante la figura 31 las divisiones que se consideraron para la ZMCT, en la porción urbana de los cuatro municipios relevantes que son Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, en esta área se ubican siete estaciones de monitoreo atmosférico que de acuerdo a su división y ubicación de este contexto determinado por la Secretaría del Medio Ambiente estatal a través de la Red Monitoreo Atmosférico en su gestión, indica que hay tres zonificaciones, la primera es la zona centro con dos estaciones, segunda la zona norte con dos estaciones, y tercera la zona sur con tres estaciones. Una zona sugerida para fines de este estudio es la zona poniente, en este espacio las estaciones de monitoreo no están presentes, pero para su análisis se destaca la correlación del número de áreas verdes y la importancia que guardan en la distribución de los contaminantes en este espacio.

Figura 30. Relación entre las áreas verdes y el grado de marginación en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

Figura 31. División de las áreas verdes por zona, correlacionadas con las estaciones de monitoreo de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA).



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La tabla 30 muestra el porcentaje de las áreas verdes con relación a las zonas planteadas, indicando que la zona centro cuenta con 54 áreas verdes, seguido de la zona sur con 53,

dentro de esta los municipios que comparten una porción urbana de Toluca y Metepec, destaca el número de los parques y senderos, para los habitantes del lugar, si bien la zona norte tiene 40 áreas verdes, en tanto la zona poniente el número de áreas verdes son 34, el porcentaje que más destaca es Toluca Centro con 29.8% y la zona sur con 29.28%, considerando que las zonas norte y poniente faltan áreas verdes de acuerdo a prioridades de la población.

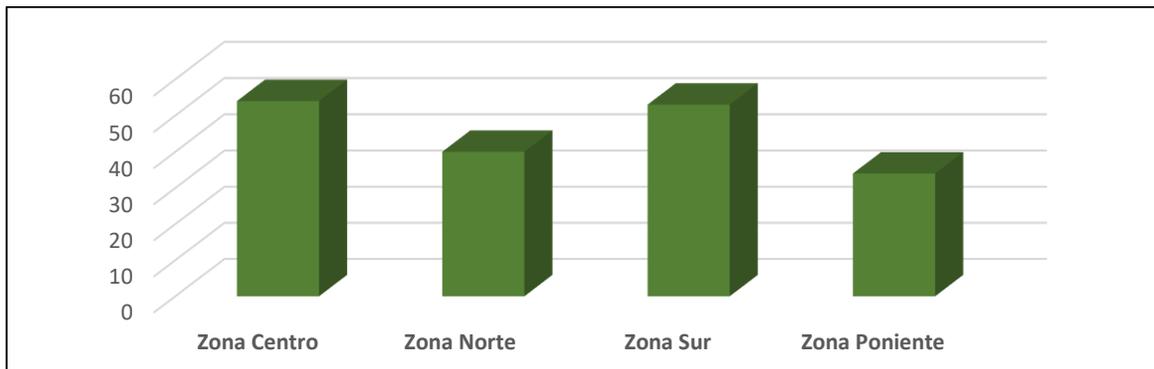
Tabla 30. Porcentaje de áreas verdes en la ZMCT correlacionadas con las estaciones de monitoreo atmosférico.

| Áreas verdes por zona | Número de áreas verdes | % |
|-----------------------|------------------------|------------|
| Zona Centro | 54 | 29.8 |
| Zona Norte | 40 | 22.09 |
| Zona Sur | 53 | 29.28 |
| Zona Poniente | 34 | 18.78 |
| | 181 | 100 |

Fuente: elaboración propia

En la gráfica 42 se observa la división de las áreas verdes por zona, de acuerdo con la división referida por la RAMA, destaca las zonas centro y sur de la ZMCT con el mayor número áreas verdes importantes en beneficio de la población para mejorar la calidad de vida de la población, en tanto que las zonas norte y poniente faltan espacios, dado a la creciente expansión urbana que requiere de estos servicios para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ZMCT.

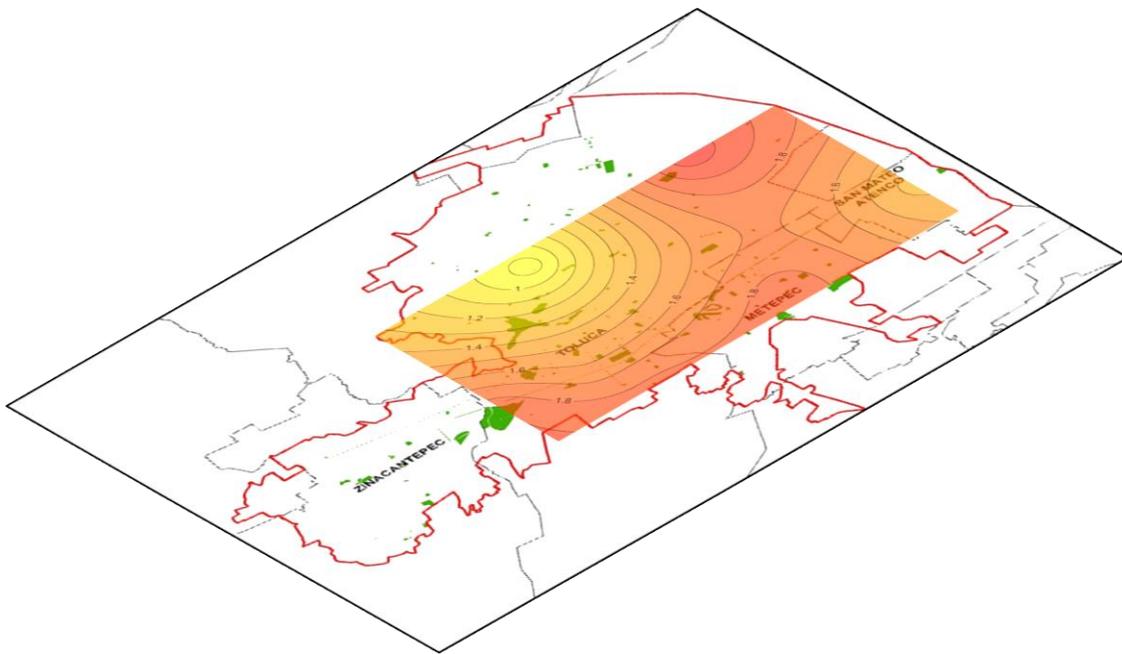
Gráfica 42. Número de áreas verdes por división dentro de la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del monóxido de carbono en 2011 de la estación invierno, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo de la zona sur que registra cantidades promedio de 1.6 y 1.8 en partes por millón y de 18 a 42 puntos en promedio de los índices de la calidad del aire, valores significativos de la condición del aire de buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona y la poca influencia de las áreas verdes que interactúa con el contaminante, es decir la dinámica en el medio ambiente urbano, ver figura 32.

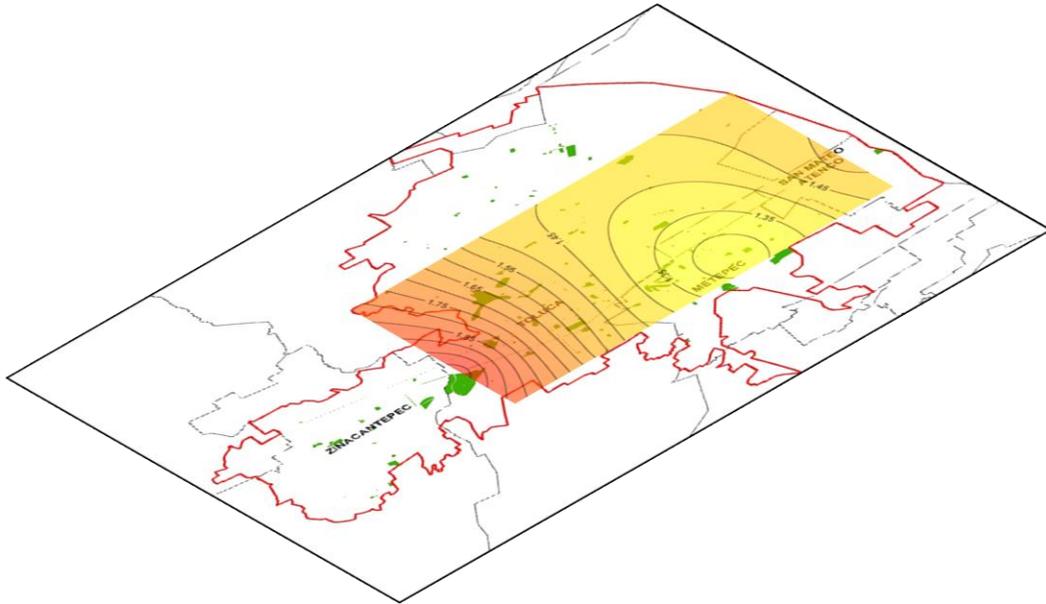
Figura 32. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

En la figura 33 muestra el mapa de la distribución en invierno de 2017 dispersándose en la zona oeste de la ZMCT con valores máximos de 1.8 y 1.9 ppm lo que significa un índice de 19 a 44 puntos en la calidad del aire como buena dentro de los parámetros menores a 50 puntos, la dispersión fluye por la trayectoria del viento proveniente del sureste que se desplaza al noroeste. Sobre esta zona se concentra una porción de áreas verdes la cual absorbe parte del contaminante de la atmósfera.

Figura 33. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en invierno de 2017 en la ZMCT.

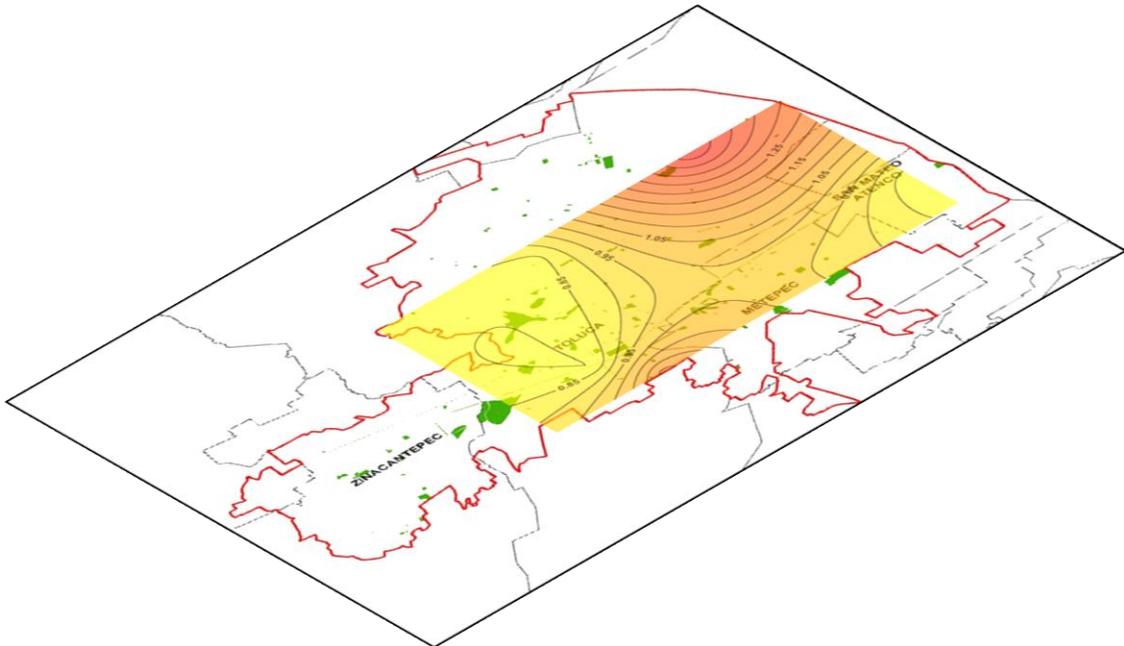


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

El mapa de la figura 34 muestra la distribución del monóxido de carbono sobre las áreas verdes, de los meses de verano de 2011 muestra el promedio de valores crecientes hacia el norte de la ZMCT con cantidades de 1.2 y 1.3 ppm lo que significa que hay una concentración promedio de 8 a 16 puntos IMECA menor a 50 puntos con la calidad del aire buena, lo que indica que no es necesaria medida preventiva alguna, respecto a este contaminante, además en la zona noreste de la ZMCT la distribución de las áreas verdes no es relevante, excepto en las áreas con uso del suelo mixto urbano agrícola, si bien en este periodo de verano y lluvia abunda más la vegetación.

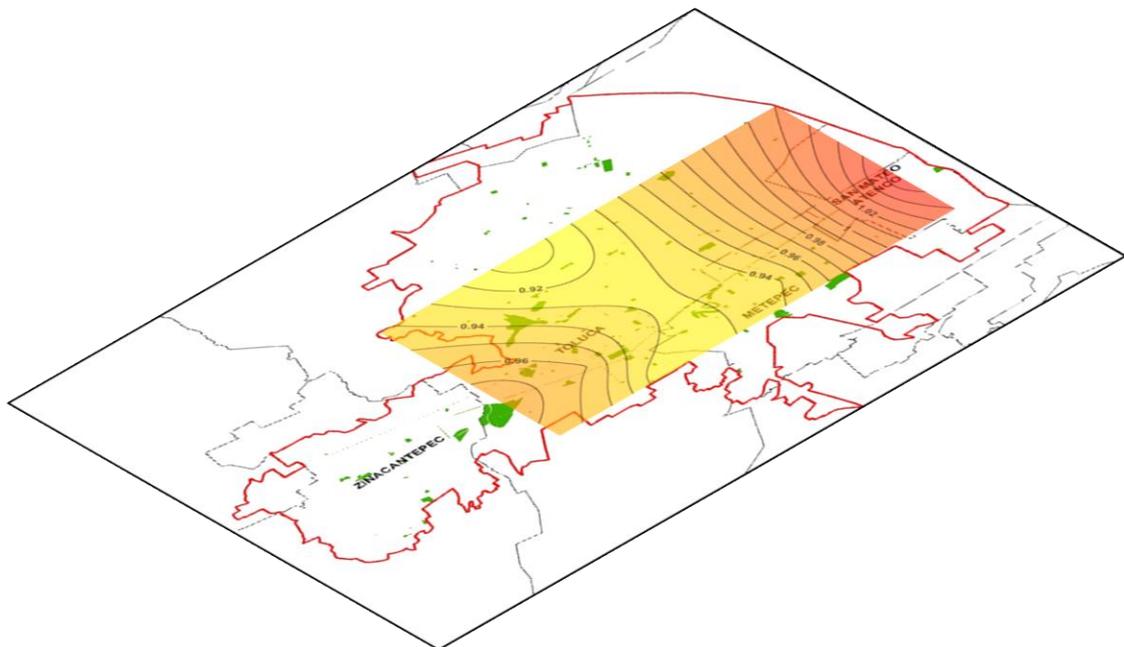
La sobreposición del mapa de áreas verdes con el monóxido de carbono en verano de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el sureste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo de la zona sur que registra cantidades promedio de 0.9 y 1.0 en partes por millón 8 a 17 puntos en promedio de los índices de la calidad del aire, valores significativos de la condición del aire buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona y la poca influencia de las áreas verdes que interactúan con el contaminante, lo que refleja una interacción limitada con el ciclo de las plantas en el medio ambiente (figura 35).

Figura 34. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en verano de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

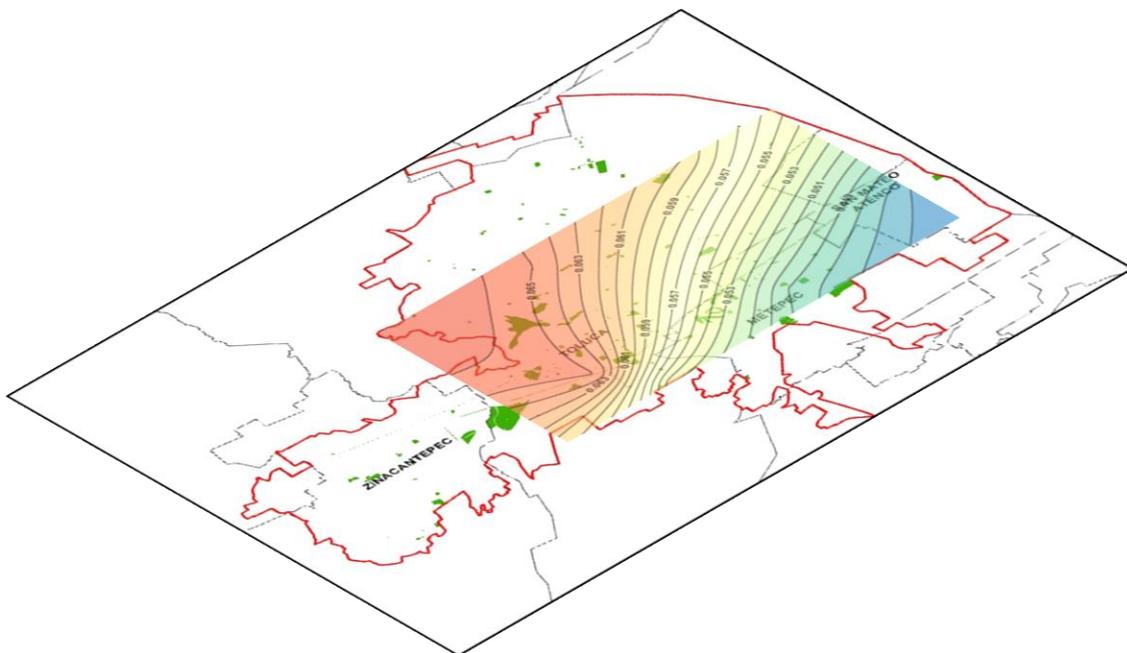
Figura 35. Relación entre las áreas verdes y el monóxido de carbono en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del dióxido de nitrógeno en invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el noroeste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.063 y 0.065 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 16 a 48 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona y la poca influencia de las áreas verdes que interactúa con el contaminante, lo que refleja una interacción limitada con el ciclo de las plantas en el medio ambiente (figura 36).

Figura 36. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2011 en la ZMCT.

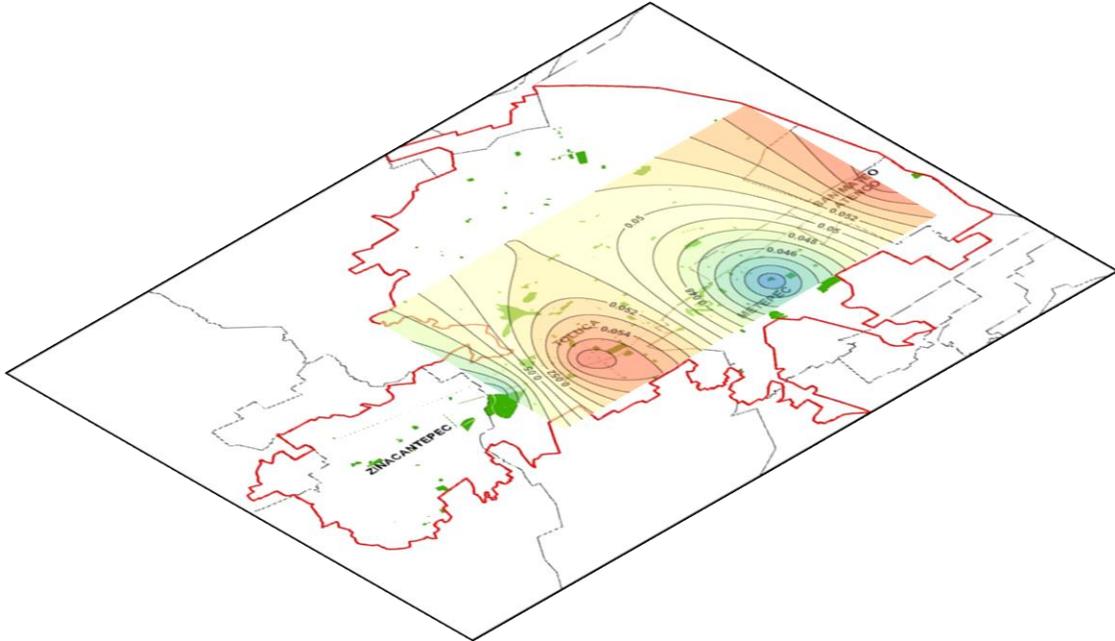


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del dióxido de nitrógeno en invierno de 2017, muestra una circulación del contaminante hacia el noroeste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.054 y 0.056 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 27 a 40 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona y la poca influencia de las áreas verdes que interactúan con el contaminante, este desplazamiento y la interacción con escasas

áreas verdes simula la formación de una isla de calor dual hacia el sur de la ZMCT (figura 37).

Figura 37. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2017 en la ZMCT.



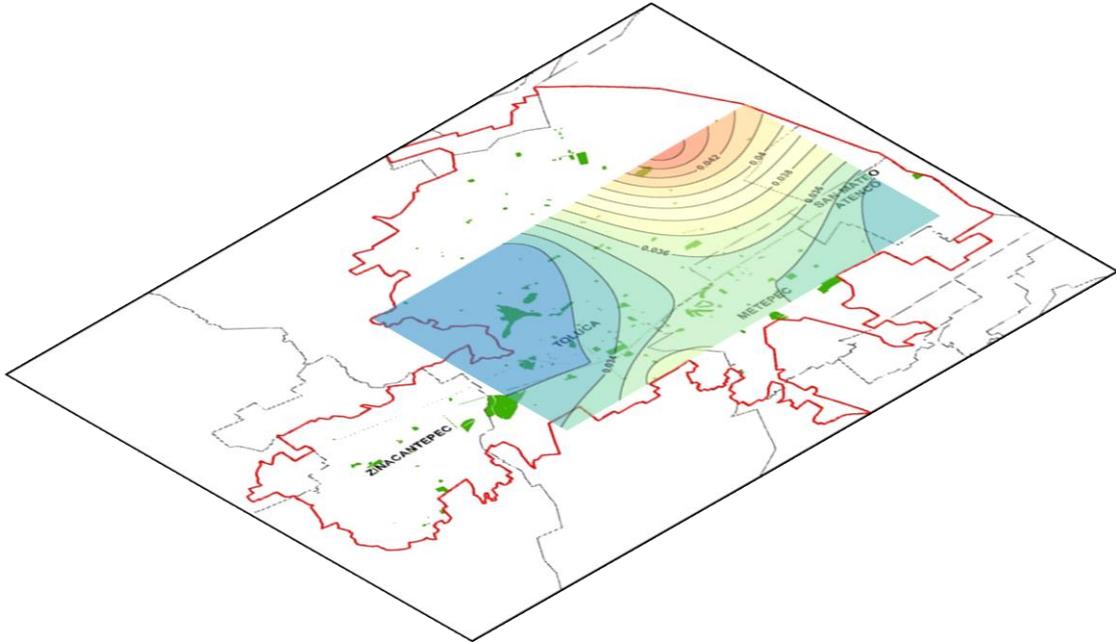
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del dióxido de nitrógeno en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el noreste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.042 y 0.044 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 11 a 35 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona y la poca influencia de las áreas verdes que interactúa con el contaminante, respecto a la movilidad y la interacción con ciclo de las plantas en el medio ambiente, habitual para la temporada en la que se presenta mayor vegetación (figura 38).

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del dióxido de nitrógeno en verano de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el noroeste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.043 y 0.044 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 16 a 38 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena, debido a la

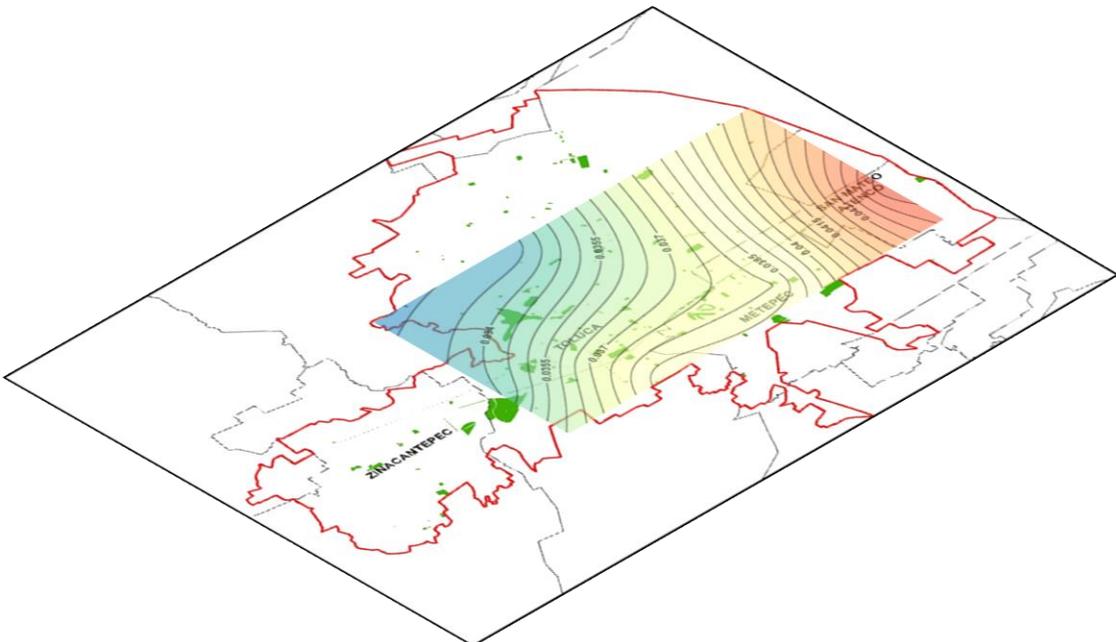
dirección del viento que se desplaza sobre esta zona y la poca influencia de las áreas verdes que interactúa con el contaminante, es decir la trayectoria y la interacción con esta zona donde la vegetación prevalece con mayor abundancia en esta temporada (figura 39).

Figura 38. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en verano de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

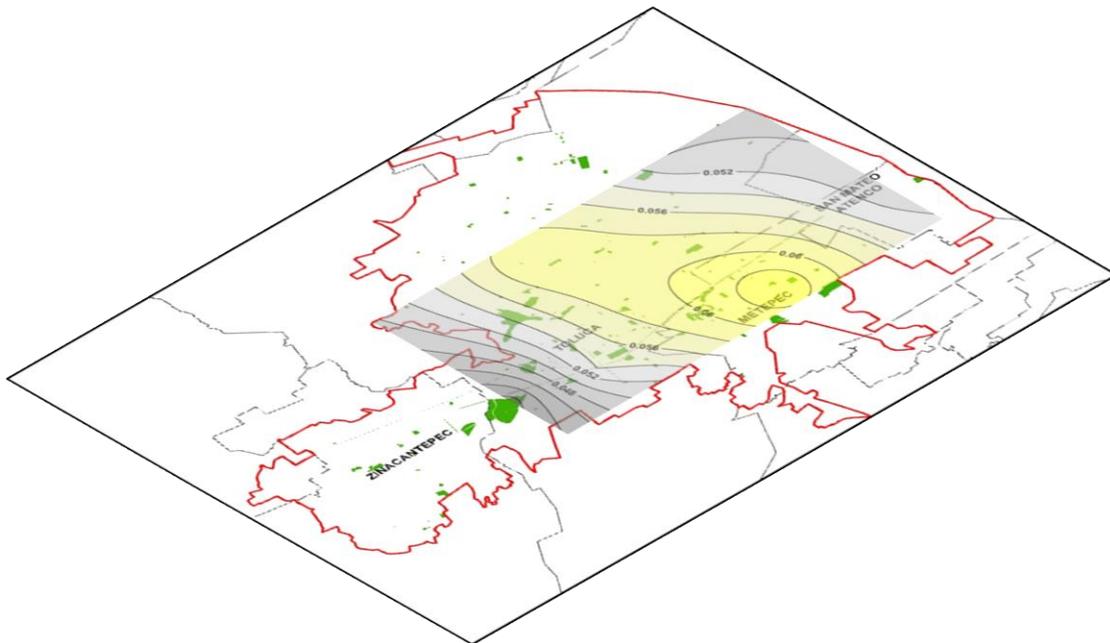
Figura 39. Relación entre las áreas verdes y el dióxido de nitrógeno en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del ozono en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el sur de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.060 y 0.064 en partes por millón, con registros de la calidad del aire buena a regular entre 27 a 89 puntos en promedio, donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, regularmente la concentración y dispersión que el viento desplaza para la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de las áreas verdes presente en la ZMCT (figura 40).

Figura 40. Relación entre las áreas verdes y el ozono en invierno de 2011 en la ZMCT.

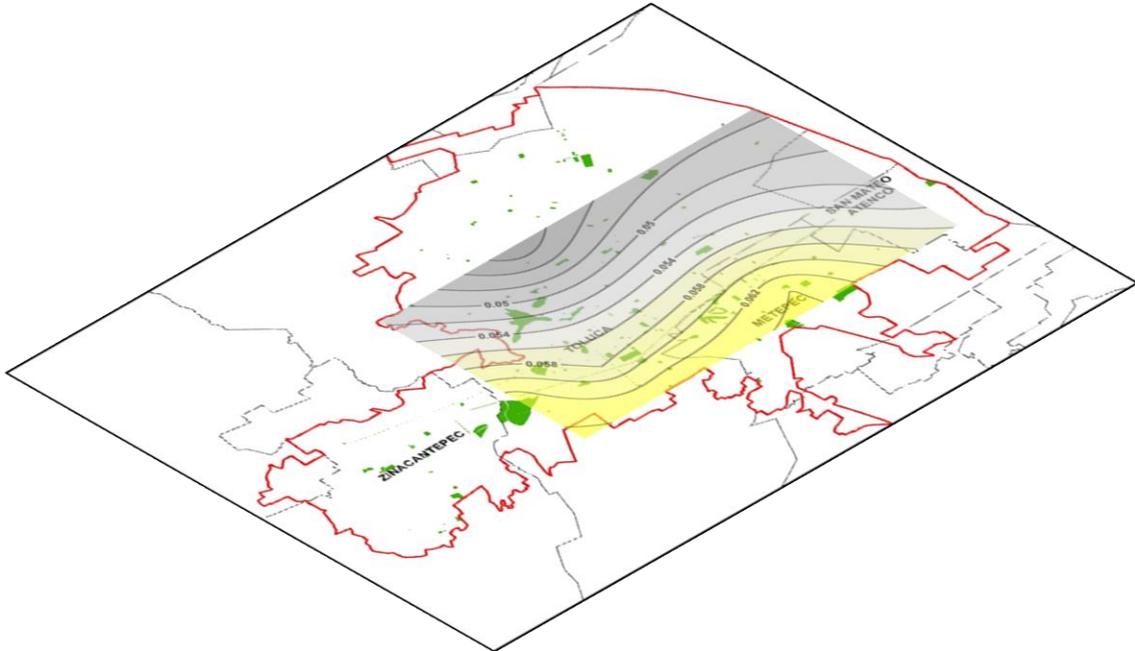


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del ozono en invierno de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el sureste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.062 y 0.064 en partes por millón, con registros de la calidad del aire buena a regular entre 25 a 86 puntos en promedio, donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, regularmente la concentración y dispersión que el viento desplaza para la

absorción y retención de este contaminante por la vegetación de las áreas verdes presente en la ZMCT (figura 41).

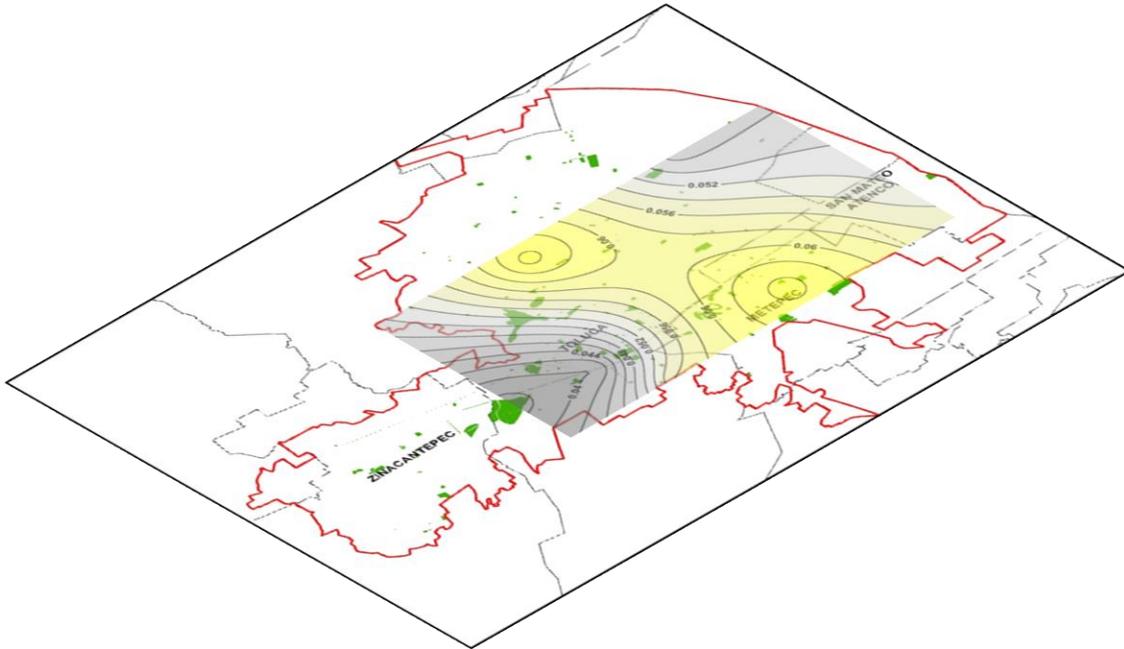
Figura 41. Relación entre las áreas verdes y el ozono en invierno de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del ozono en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el centro de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.060 y 0.064 en partes por millón, con registros de la calidad del aire buena a regular entre 25 a 86 puntos en promedio, donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, regularmente a la concentración y dispersión que el viento desplaza este contaminante simulando una concentración en islas de calor y en estas condiciones las áreas verdes juegan un papel importante en la retención del contaminante en las áreas verdes presentes en la ZMCT las que son insuficientes para cumplir con una función ideal que mitigue el contaminante (figura 42).

Figura 42. Relación entre las áreas verdes y el ozono en verano de 2011 en la ZMCT.



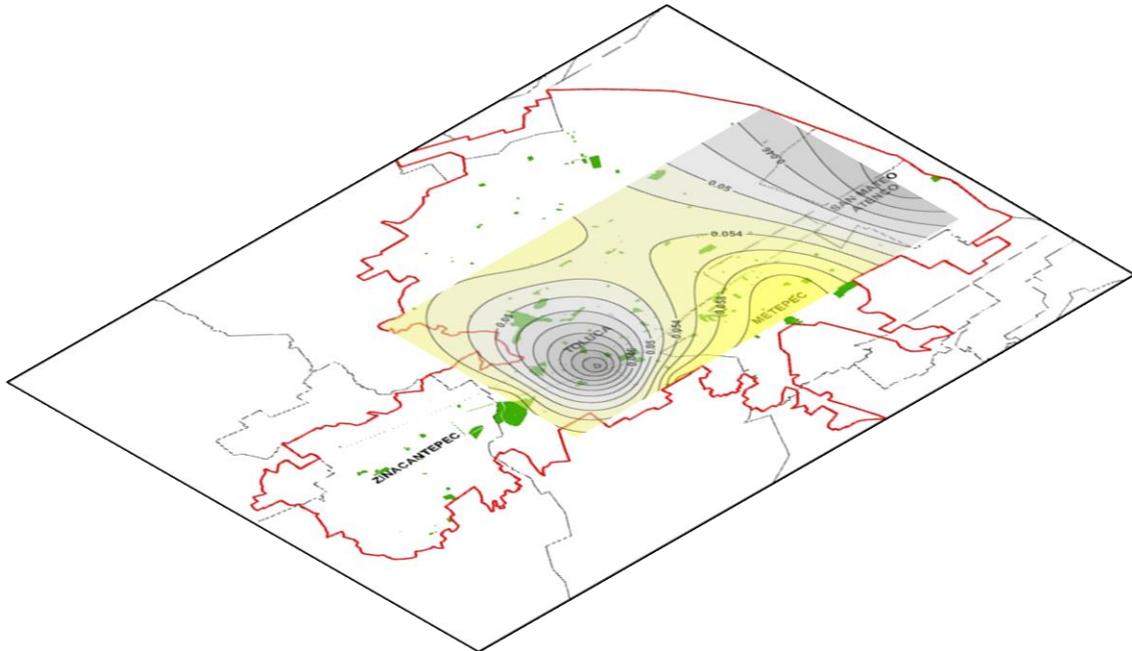
Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del ozono en verano de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el sur de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.058 y 0.060 en partes por millón, con registros de la calidad del aire buena a regular entre 27 a 88 puntos en promedio, donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, regularmente a la concentración y dispersión que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT (figura 43).

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución de las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 180 y 200 en microgramo por metro cuadrado, con registros de la calidad del aire entre 82 a 158 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire de regular mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre, pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades

respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general, regularmente la concentración y dispersión que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT son limitadas (figura 44).

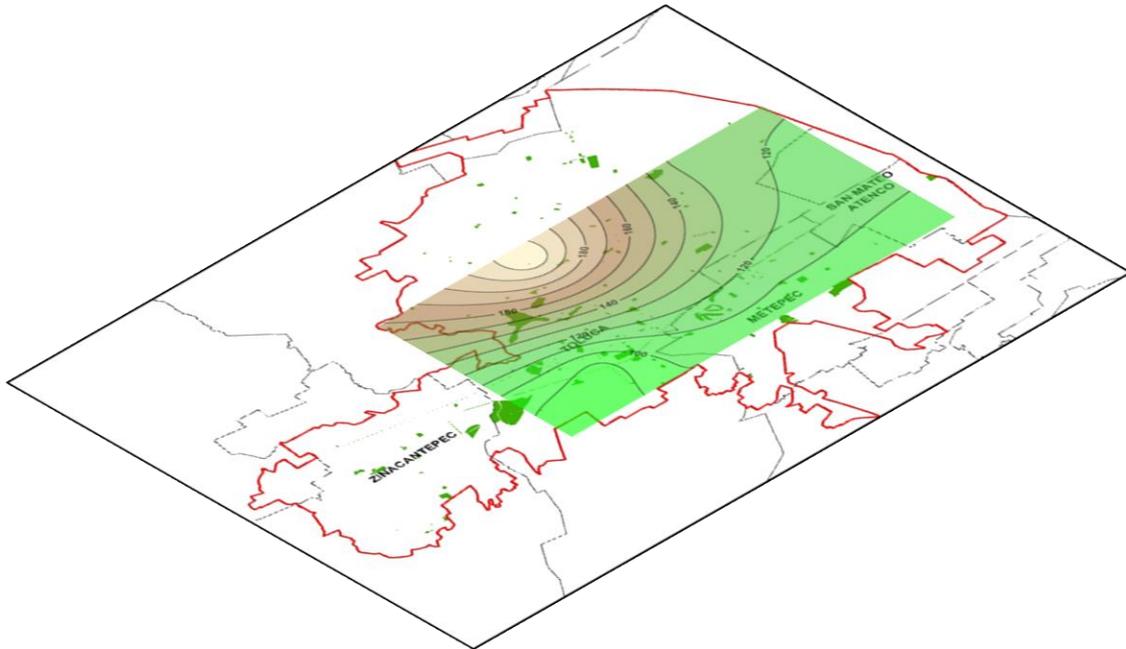
Figura 43. Relación entre las áreas verdes y el ozono en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

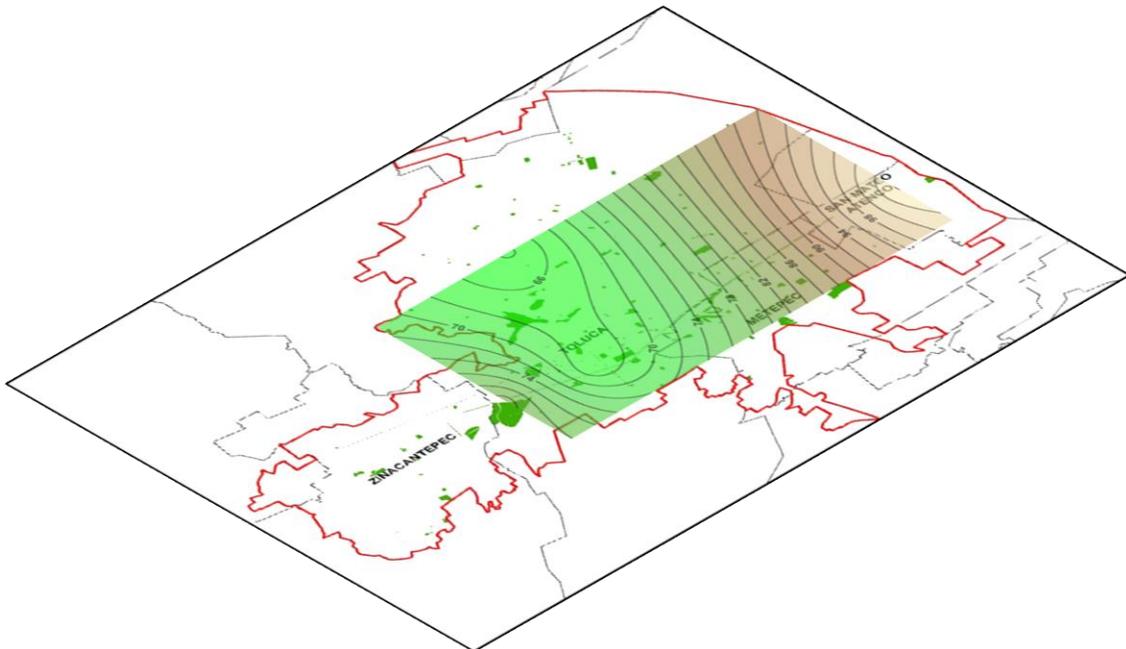
La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución de las partículas menores a 10 micras en invierno de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el sureste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 98 y 100 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 102 a 139 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire de regular y mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, la dispersión que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT son insuficientes (figura 45).

Figura 44. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

Figura 45. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2017 en la ZMCT.

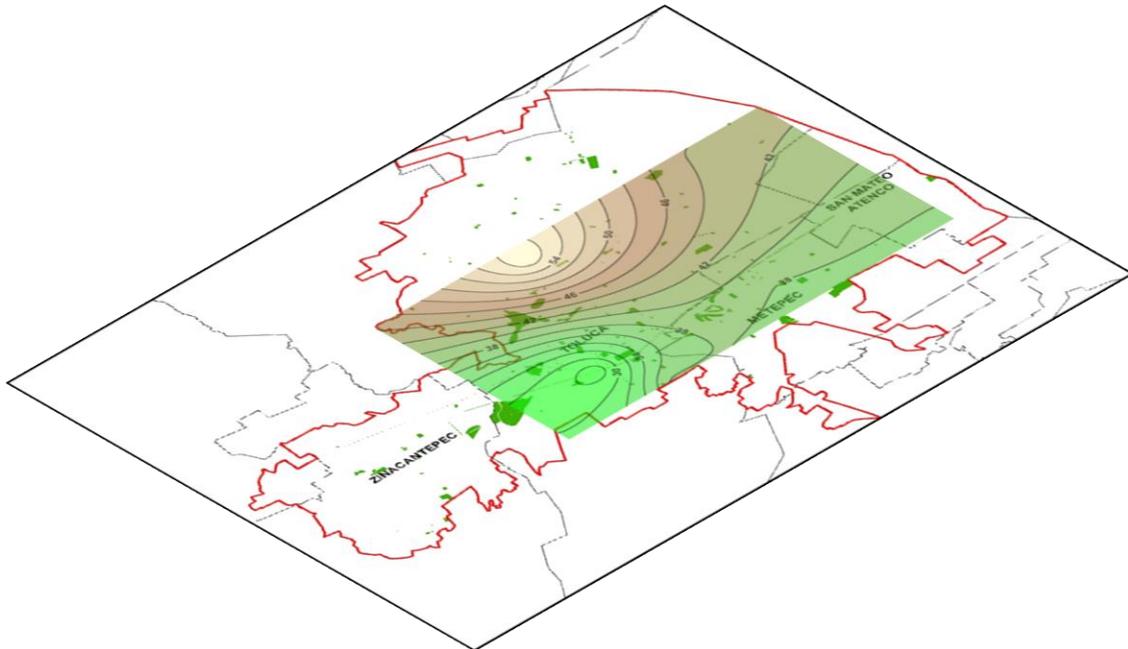


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución de las partículas menores a 10 micras en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de

la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 50 y 54 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 19 a 64 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena a regular en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, regularmente la concentración y dispersión que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT es relativamente insuficiente (figura 46).

Figura 46. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en verano de 2011 en la ZMCT.

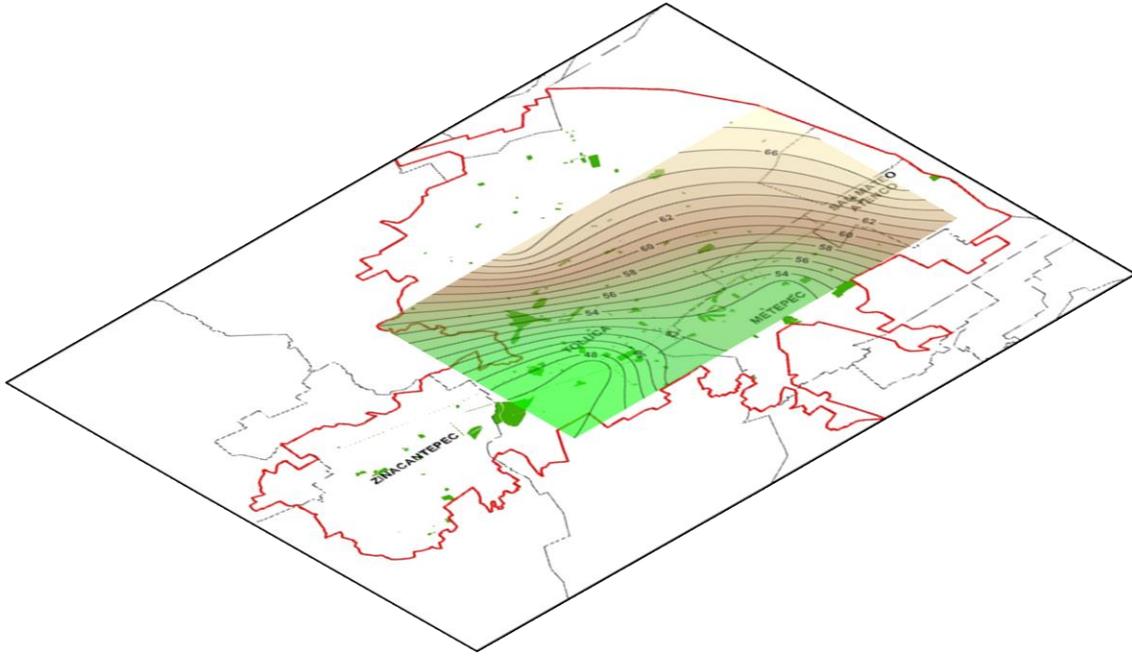


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución de las partículas menores a 10 micras en verano de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el noreste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 66 y 67 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 35 a 97 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena a regular, donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores, regularmente la concentración y dispersión

que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT se distribuye de manera dispersa (figura 47).

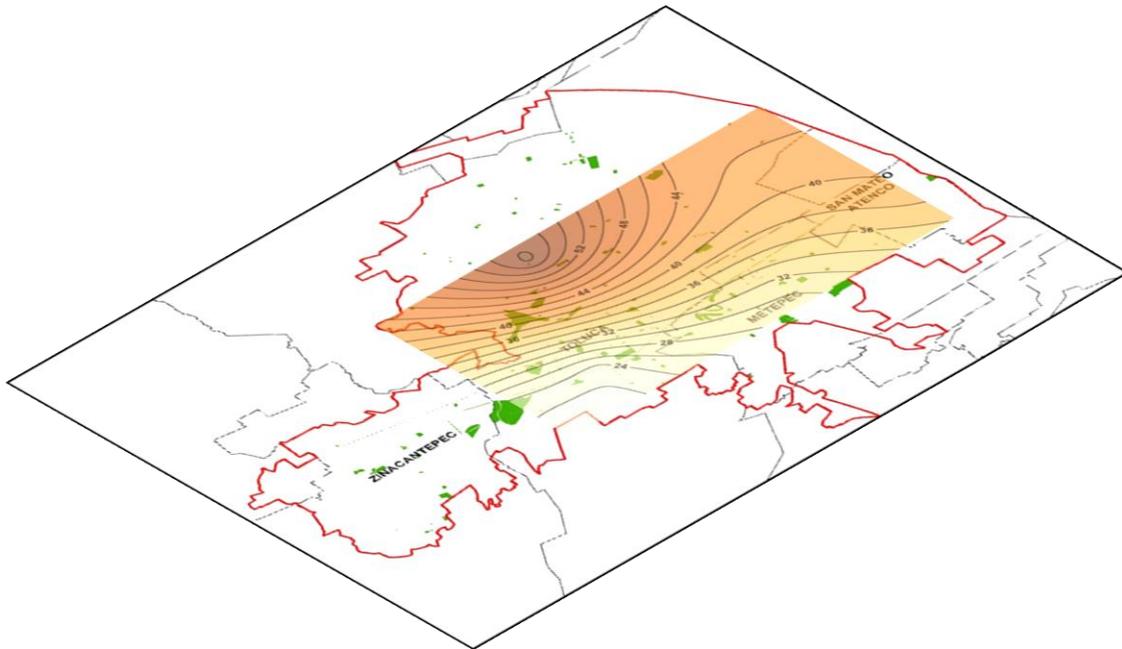
Figura 47. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 10 micras en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución de las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 52 y 54 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 90 a 130 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general, regularmente la concentración y dispersión que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT es relativamente escasa (figura 48).

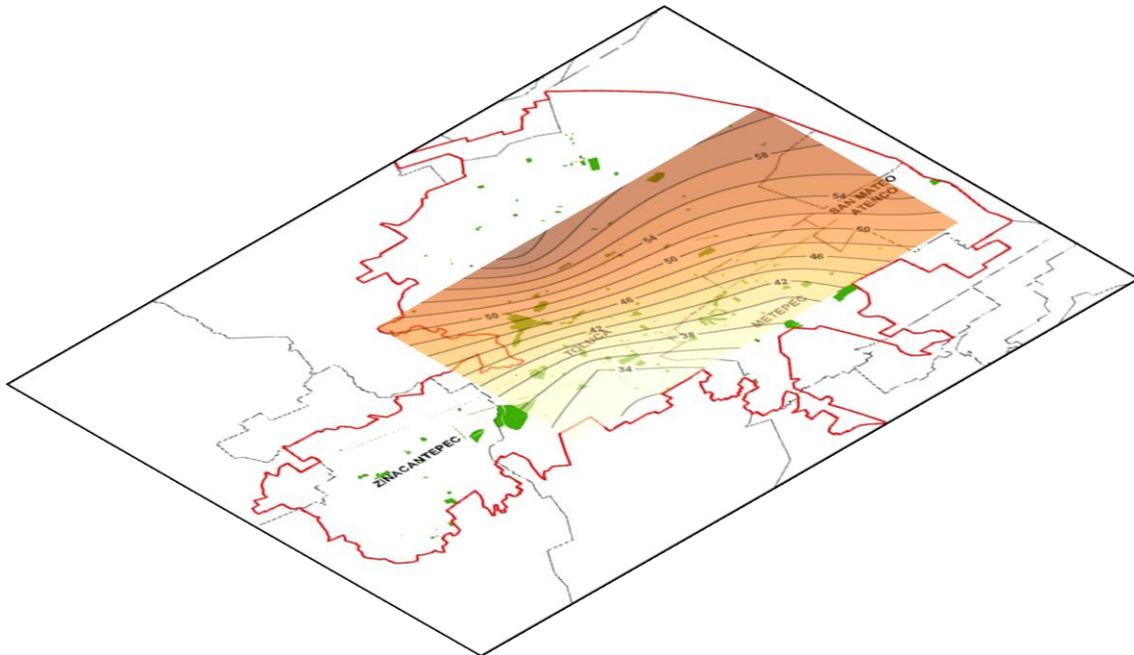
Figura 48. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución de las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el noreste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 58 y 60 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 90 a 137 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general, regularmente la concentración y dispersión que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT es relativamente insuficiente (figura 49).

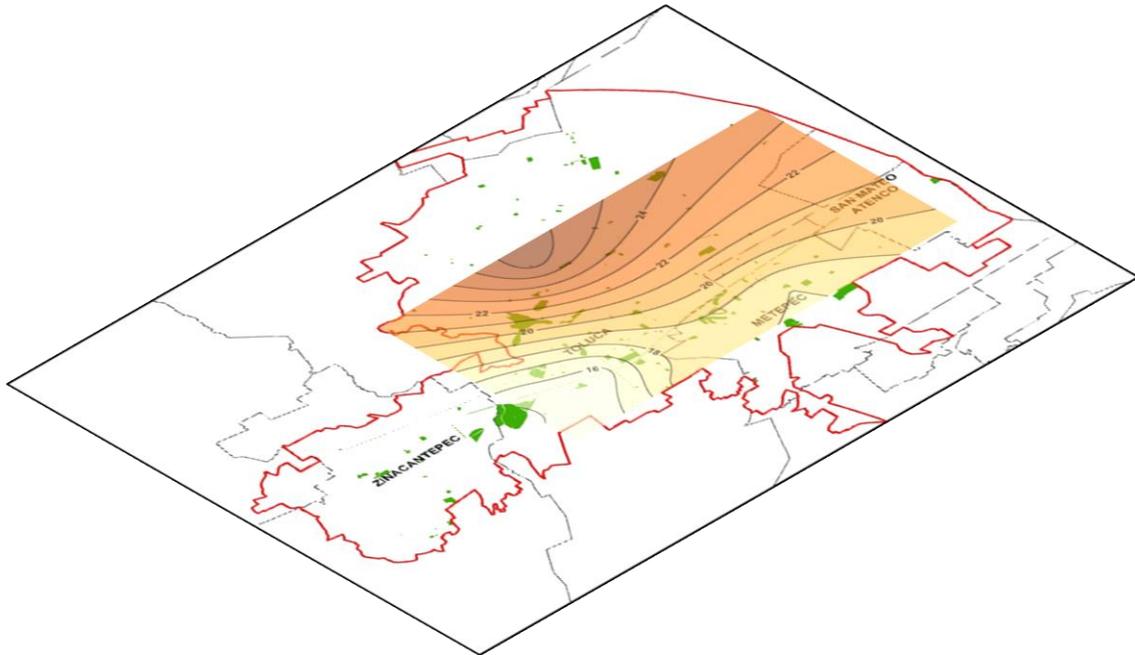
Figura 49. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución de las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el noroeste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 24 y 26 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 70 a 120 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire regular y mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, regularmente la concentración y dispersión que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT es relativamente insuficiente (figura 50).

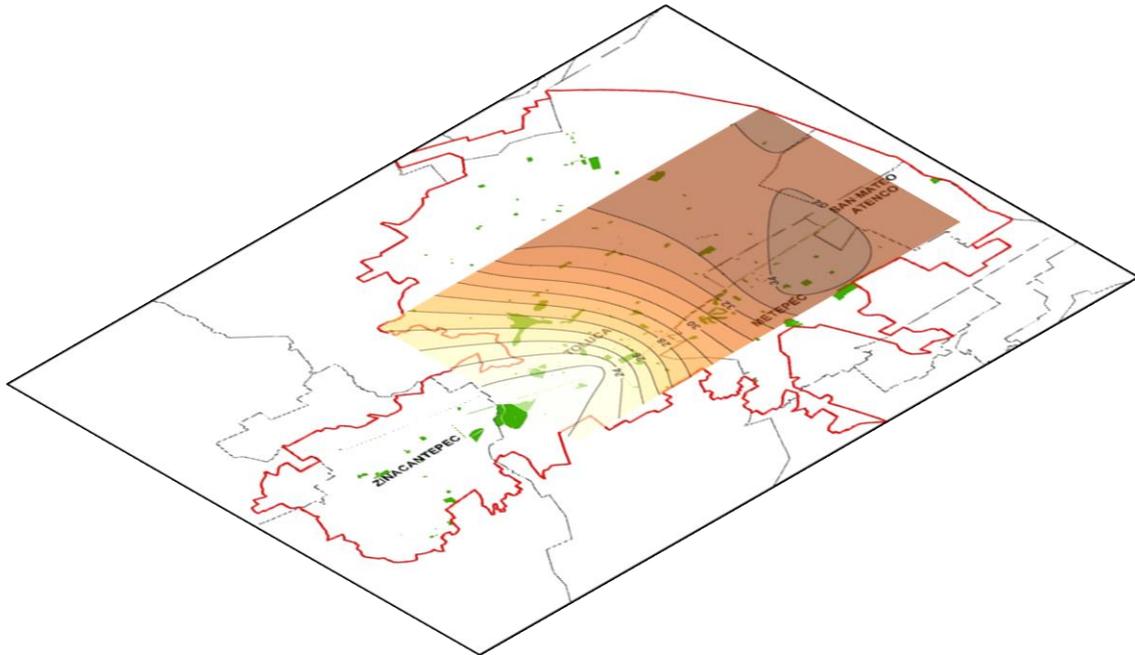
Figura 50. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución de las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el este de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 33 y 34 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 69 a 111 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire regular y mala, en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, regularmente la concentración y dispersión que el viento desplaza en la absorción y retención de este contaminante por la vegetación de áreas verdes presente en la ZMCT es relativamente limitada (figura 51).

Figura 51. Relación entre las áreas verdes y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2017 en la ZMCT.

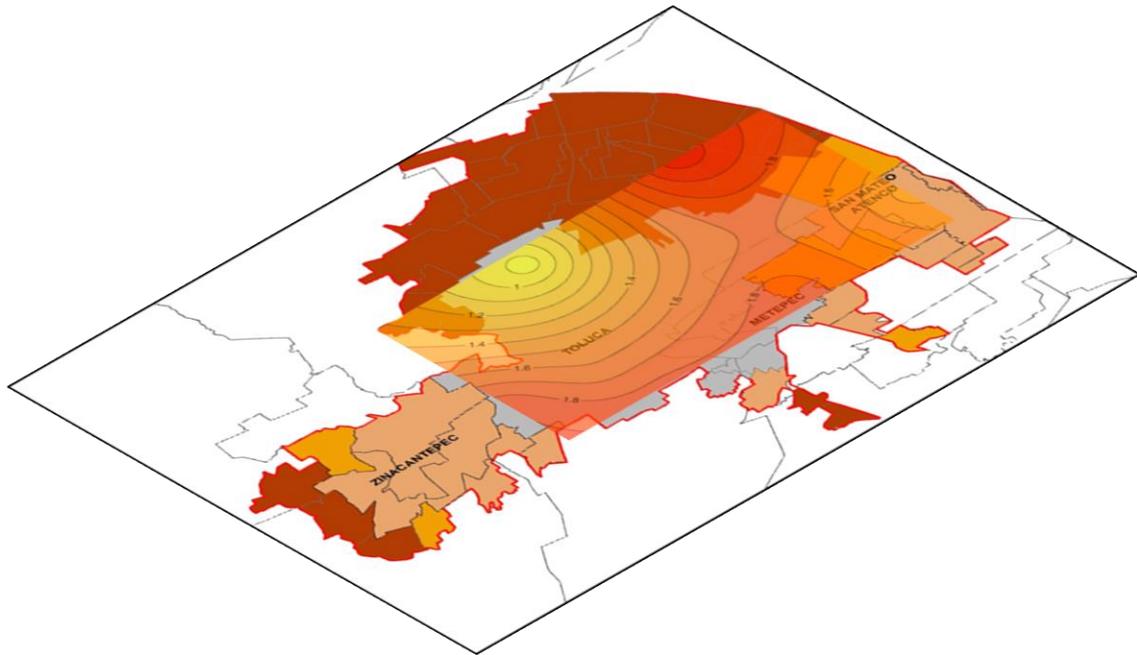


Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

3.5.3. Correlación espacial entre la distribución del grado de marginación y la distribución de los contaminantes atmosféricos

La sobreposición en el mapa del grado de marginación con la distribución del monóxido de carbono de la estación invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo de la zona sur que registra cantidades promedio de 1.6 y 1.8 en partes por millón 18 a 42 puntos en promedio de los índices de la calidad del aire, valores significativos de la condición del aire buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona interactúa con las características socioeconómicas y que en cierta manera puede afectar a la población con vivienda precaria o bajos recursos económicos (figura 52).

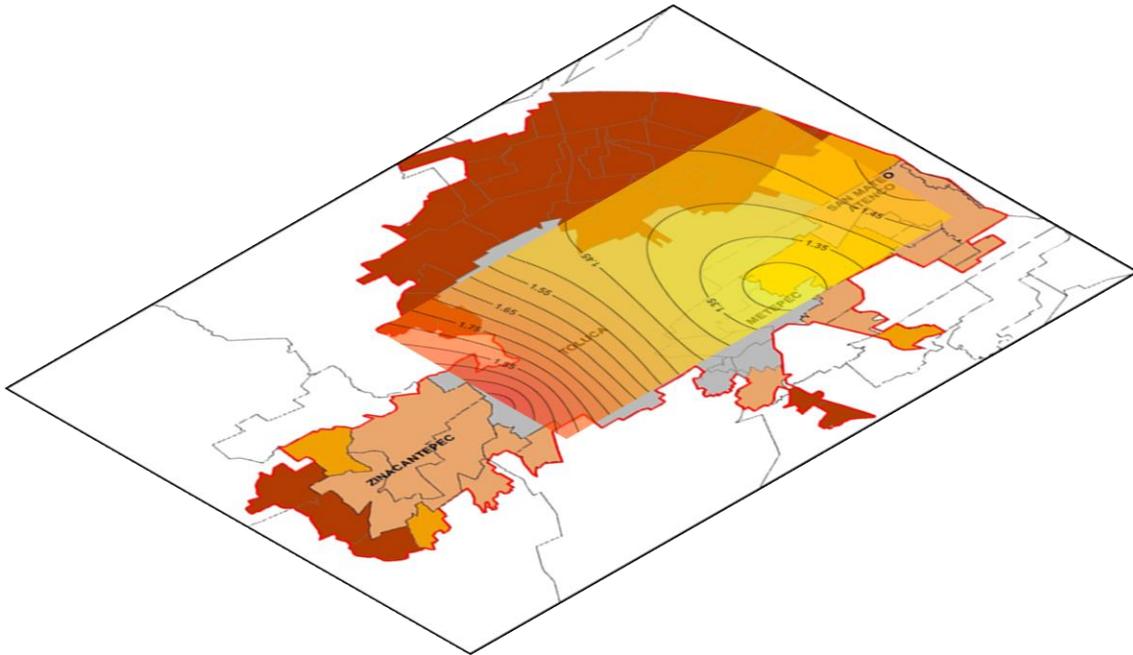
Figura 52. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición en el mapa del grado de marginación con la distribución del monóxido de carbono de la estación invierno de 2017, dispersándose en la zona oeste de la ZMCT con valores máximos de 1.8 y 1.9 ppm lo que significa un índice de 19 a 44 puntos en la calidad del aire buena dentro de los parámetros menores a 50 puntos, la dispersión fluye por la trayectoria del viento proveniente del sureste que se desplaza al noroeste valores significativos de la condición del aire buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona interactuando con las características socioeconómicas y que en cierta manera puede afectar a la población con vivienda precaria o bajos recursos económicos en la población (figura 53).

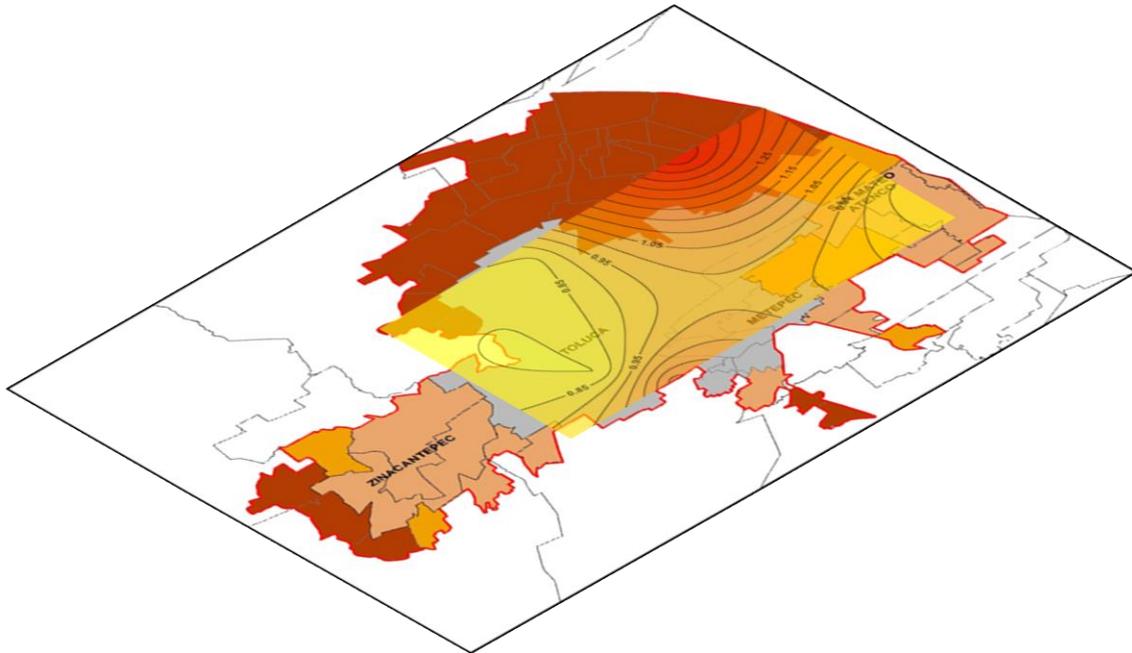
Figura 53. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en invierno de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición en el mapa del grado de marginación con la distribución del monóxido de carbono de la estación verano de 2017, muestra el promedio de valores crecientes hacia el norte de la ZMCT registra cantidades promedio de 0.9 y 1.0 en partes por millón 8 a 17 puntos en promedio de los índices de la calidad del aire, valores significativos de la condición del aire buena, la dispersión fluye por la trayectoria del viento proveniente del sureste que se desplaza al noroeste valores significativos de la condición del aire de buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona interactuando con las características socioeconómicas y que en cierta manera puede afectar a la población con vivienda precaria o bajos recursos económicos en la población (figura 54).

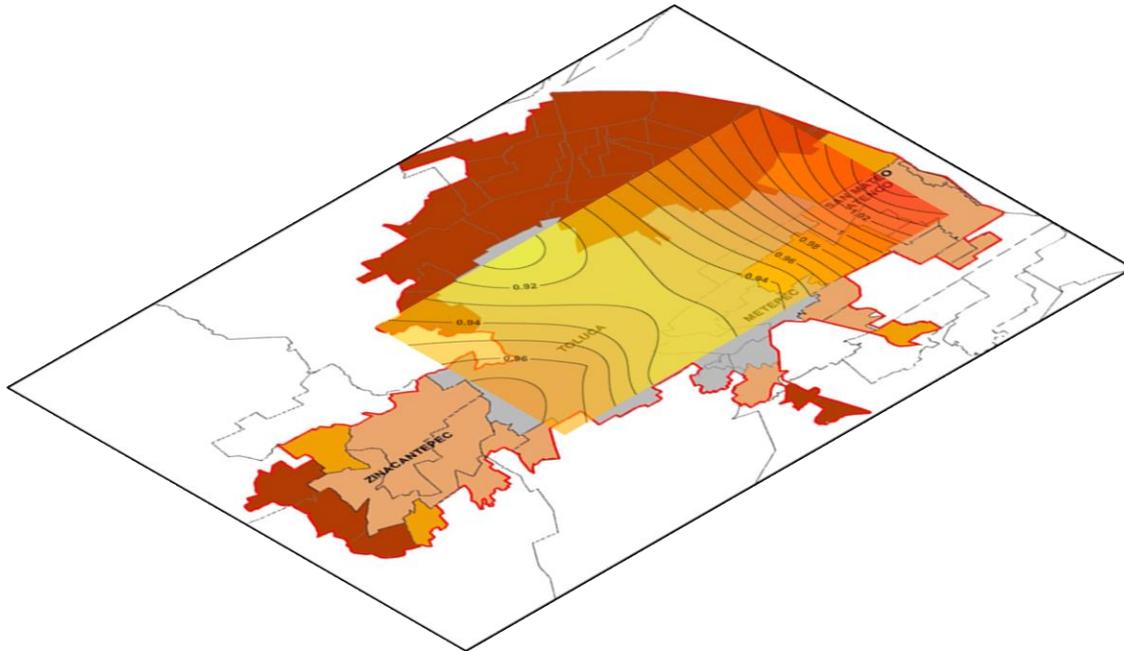
Figura 54. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en verano de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición en el mapa del grado de marginación con la distribución del monóxido de carbono de la estación invierno de 2017, muestra el promedio de valores crecientes hacia el norte de la ZMCT con cantidades de 1.2 y 1.3 ppm lo que significa que hay una concentración promedio de 8 a 16 puntos IMECA menor a 50 puntos con la calidad del aire buena la dispersión fluye por la trayectoria del viento proveniente del sureste que se desplaza al noroeste valores significativos de la condición del aire buena, debido a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona interactuando con las características socioeconómicas y que en cierta manera puede afectar a la población con vivienda precaria o bajos recursos económicos en la población (figura 55).

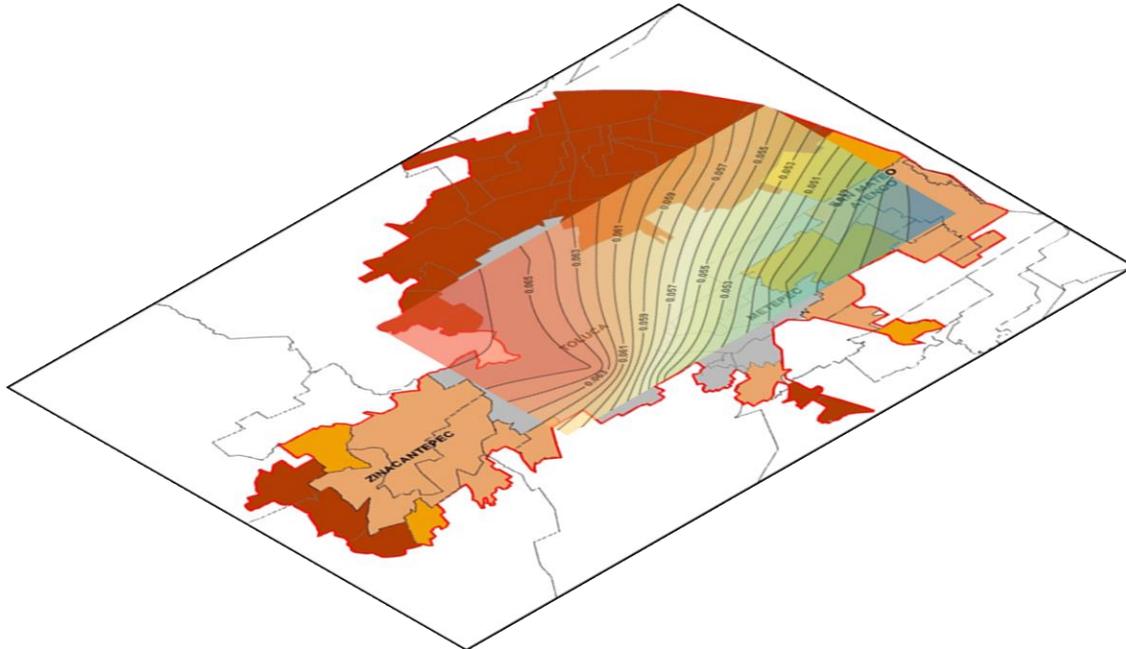
Figura 55. Relación entre el grado de marginación y el monóxido de carbono en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución del dióxido de nitrógeno en invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el noroeste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.063 y 0.065 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 16 a 48 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena, con a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona interactuando con las características socioeconómicas y que en cierta manera puede afectar a la población donde hay una transición de localidades del grado de marginación alto con el bajo (figura 56).

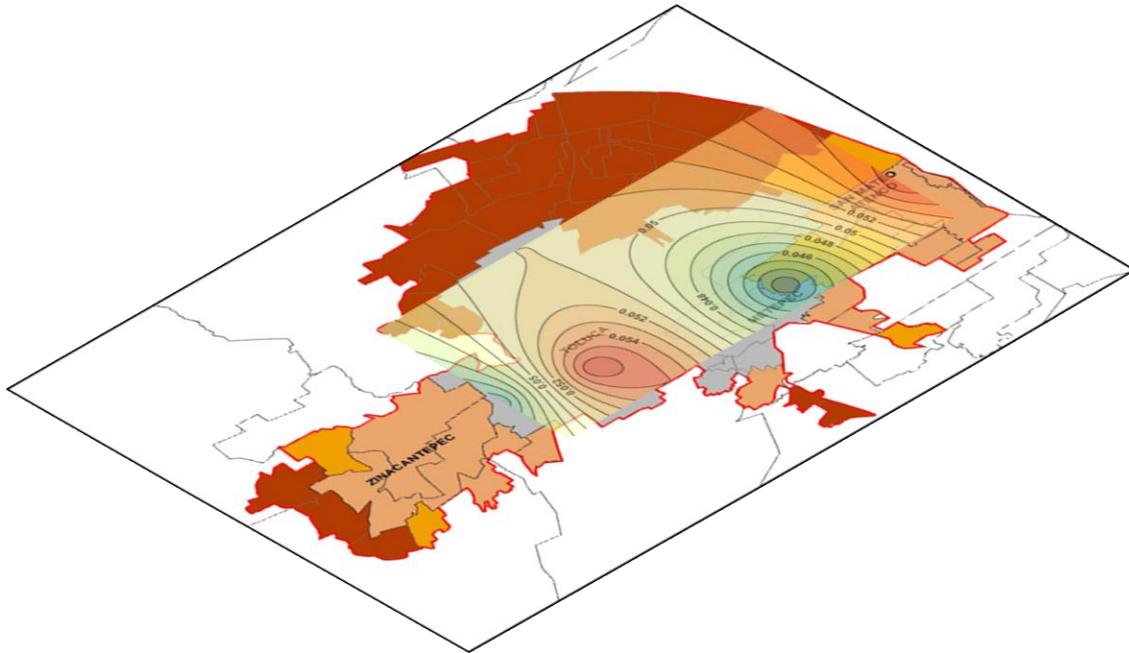
Figura 56. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución del dióxido de nitrógeno en invierno de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el noroeste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.054 y 0.056 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 27 a 40 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena, con a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona interactuando con las características socioeconómicas y que en cierta manera puede afectar a la población donde hay una transición de las localidades con el grado de marginación alto y medio (figura 57).

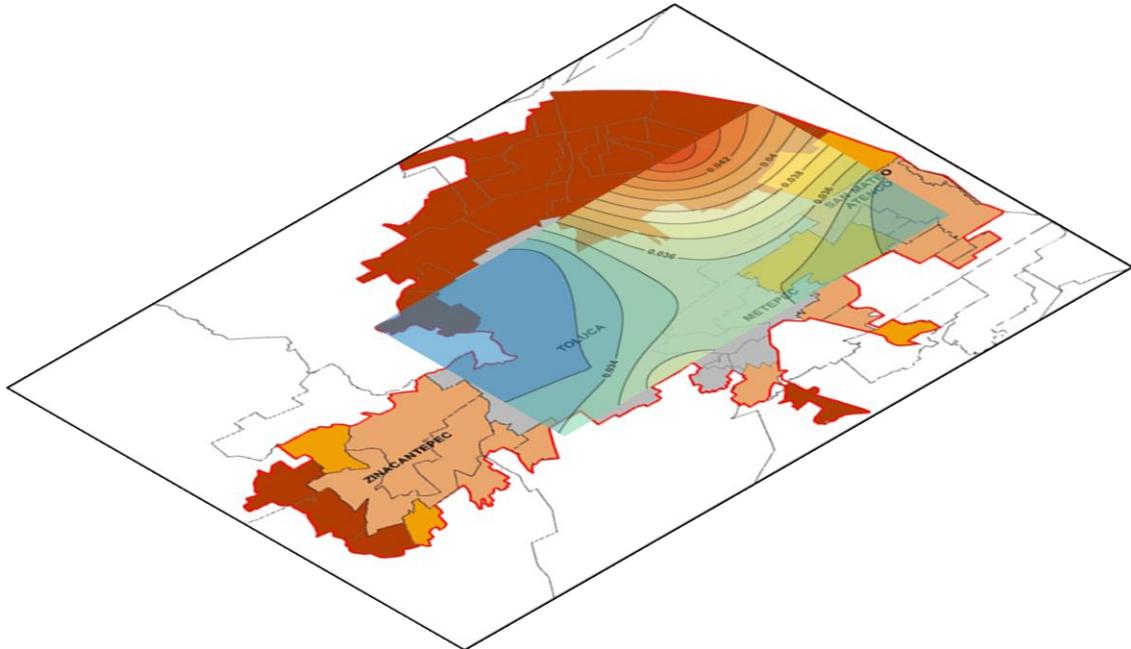
Figura 57. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución del dióxido de nitrógeno en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el noreste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.042 y 0.044 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 11 a 35 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena con a la dirección del viento que se desplaza sobre esta zona interactuando con las características socioeconómicas y que en cierta manera puede afectar a la población donde hay una transición del territorio con el grado de marginación de los niveles alto, medio, bajo y muy bajo (figura 58).

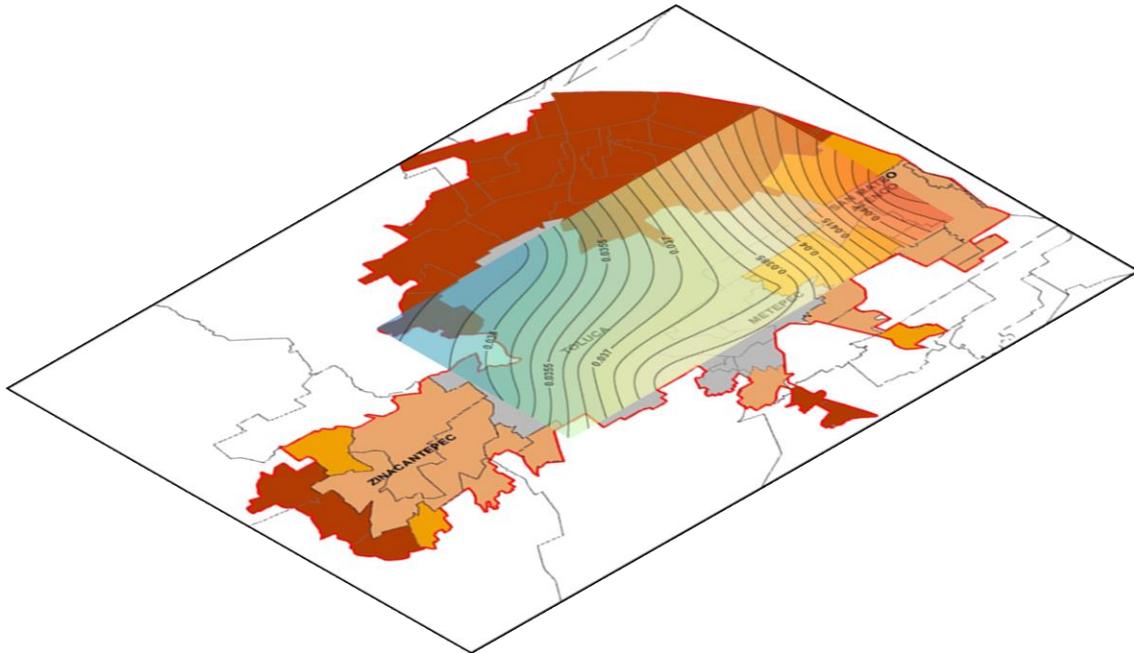
Figura 58. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en verano de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución del dióxido de nitrógeno en verano de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el noroeste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.043 y 0.044 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 16 a 38 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire buena, las características socioeconómicas y que en cierta manera puede afectar a la población donde hay una transición de los grados de marginación bajo a alto (figura 59).

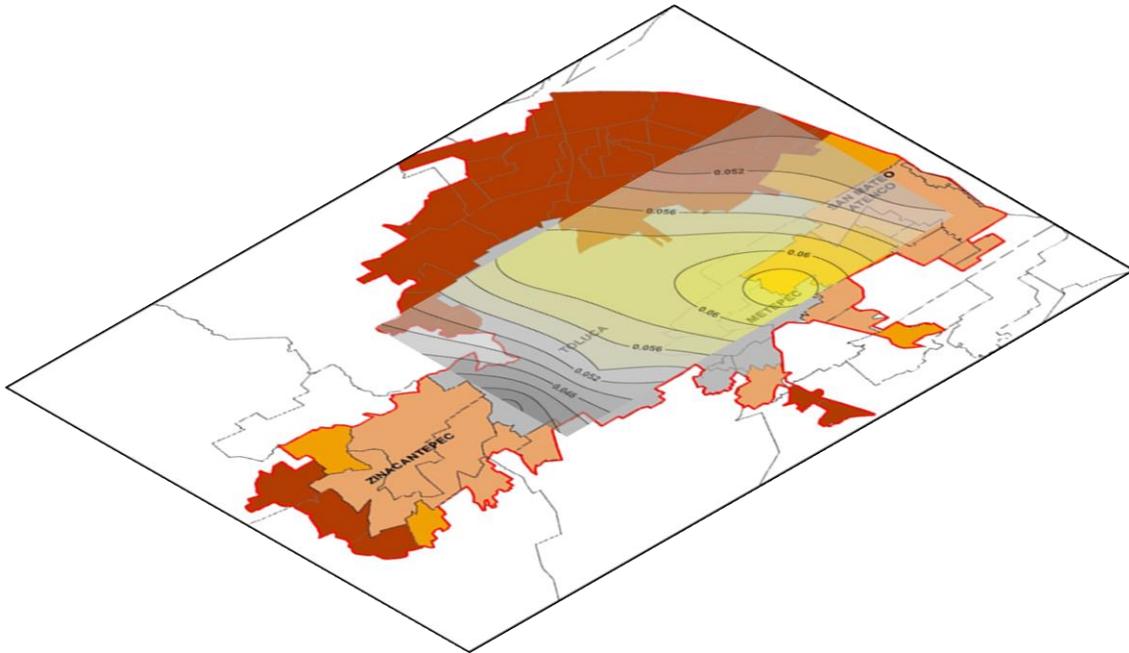
Figura 59. Relación entre el grado de marginación y el dióxido de nitrógeno en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución del ozono en invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el centro de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.060 y 0.064 en partes por millón, con registros de la calidad del aire buena entre 25 a 86 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire regular, el índice metropolitano de la calidad del aire establece ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, la población expuesta a estas condiciones en cierta parte por las condiciones socioeconómicas en los grados de marginación en las localidades de alto y medio grado de marginación (figura 60).

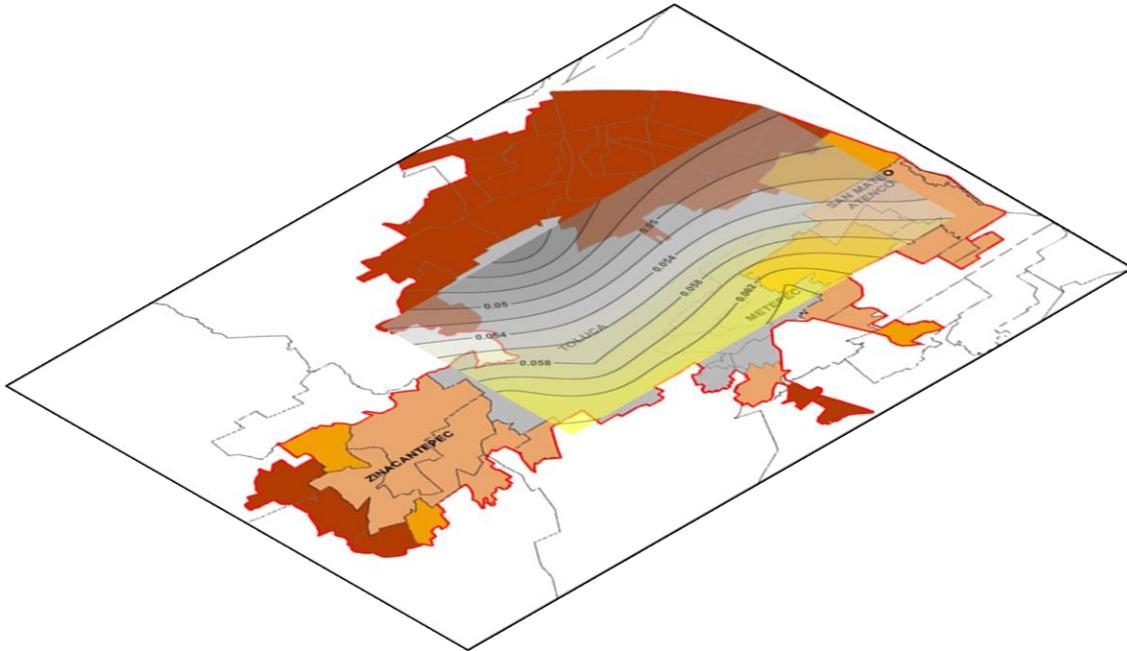
Figura 60. Relación entre el grado de marginación y el ozono en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa de áreas verdes con la distribución del ozono en invierno de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el sureste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.062 y 0.064 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 25 a 86 puntos en promedio valores significativos de la condición del aire es regular, mala y muy mala, de acuerdo al Índice metropolitano, ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte centro de la ZMCT y por la afluencia de fuentes móviles presente en horas pico del medio día (figura 61).

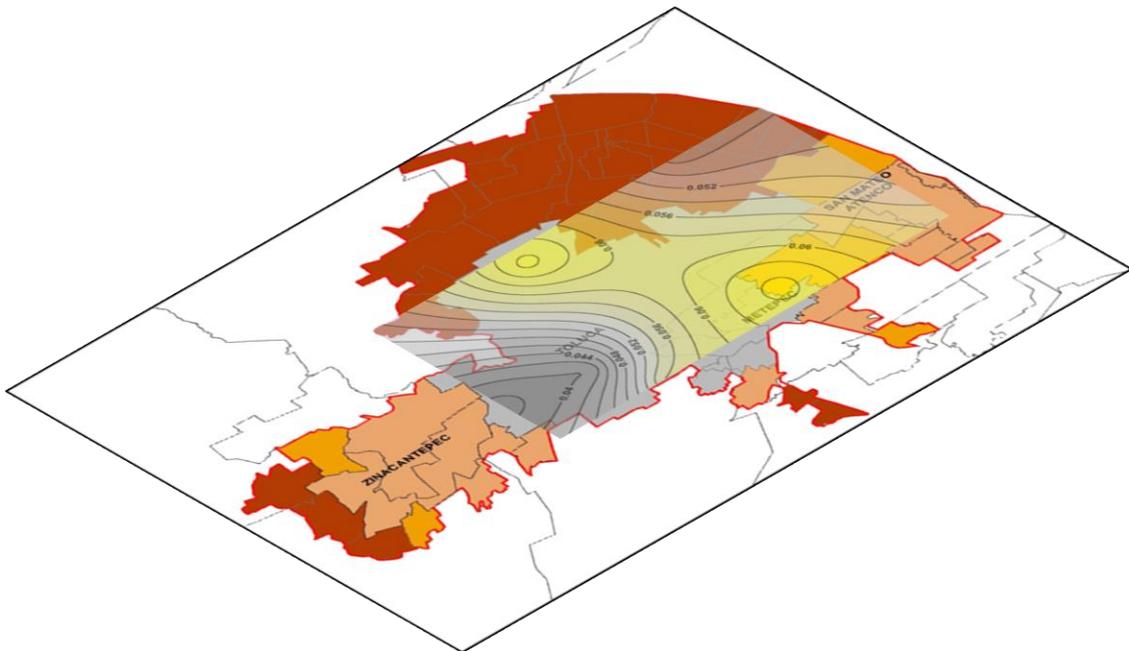
Figura 61. Relación entre el grado de marginación y el ozono en invierno de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución del ozono en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el centro de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.060 y 0.064 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 25 a 86 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores con enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte centro de la ZMCT y por la afluencia de fuentes móviles presente en horas de mayor afluencia de actividad laboral (figura 62).

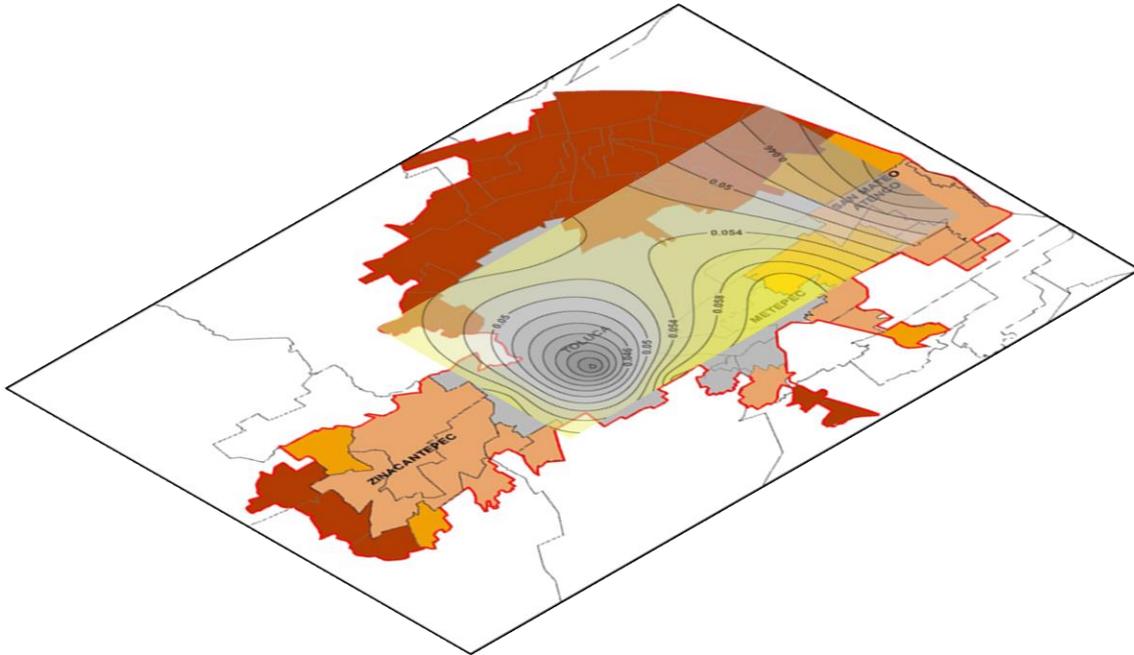
Figura 62. Relación entre el grado de marginación y el ozono en verano de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución del ozono en verano de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el sur de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 0.058 y 0.060 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 27 a 88 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte centro de la ZMCT y por la afluencia vehicular, en las localidades de media y baja marginación (figura 63).

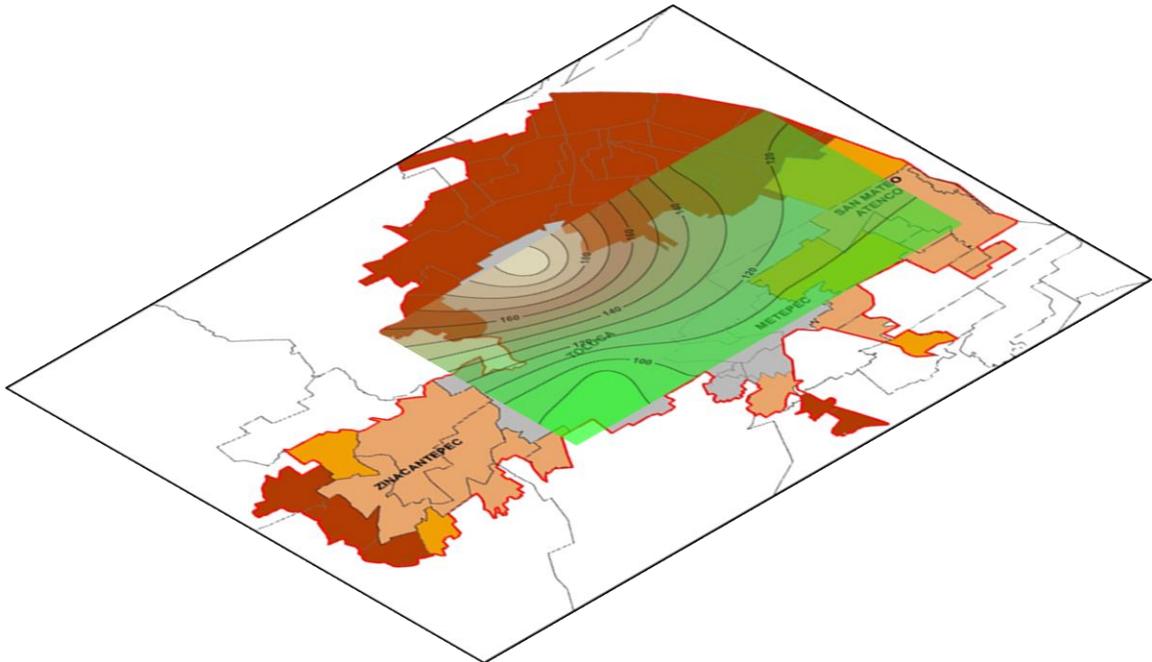
Figura 63. Relación entre el grado de marginación y el ozono en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución de las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 180 y 200 en microgramo por metro cuadrado, con registros de la calidad del aire entre 82 a 158 puntos en promedio valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte centro de la ZMCT y por la afluencia de fuentes móviles en localidades de baja marginación y el contaminante se desplaza a las localidades de alta marginación, sobresale al norte de la ZMCT (figura 64).

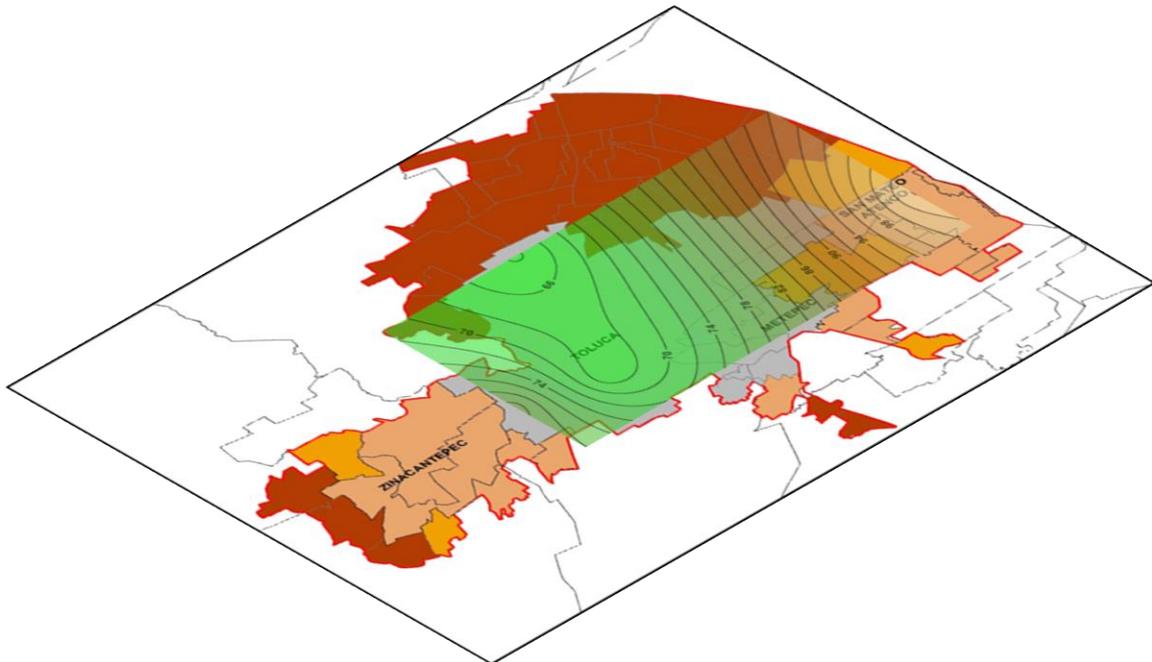
Figura 64. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución de las partículas menores a 10 micras en invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 180 y 200 en microgramo por metro cuadrado, con registros de la calidad del aire entre 82 a 158 puntos en promedio valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte centro de la ZMCT la trayectoria se concentra en el sureste (figura 65).

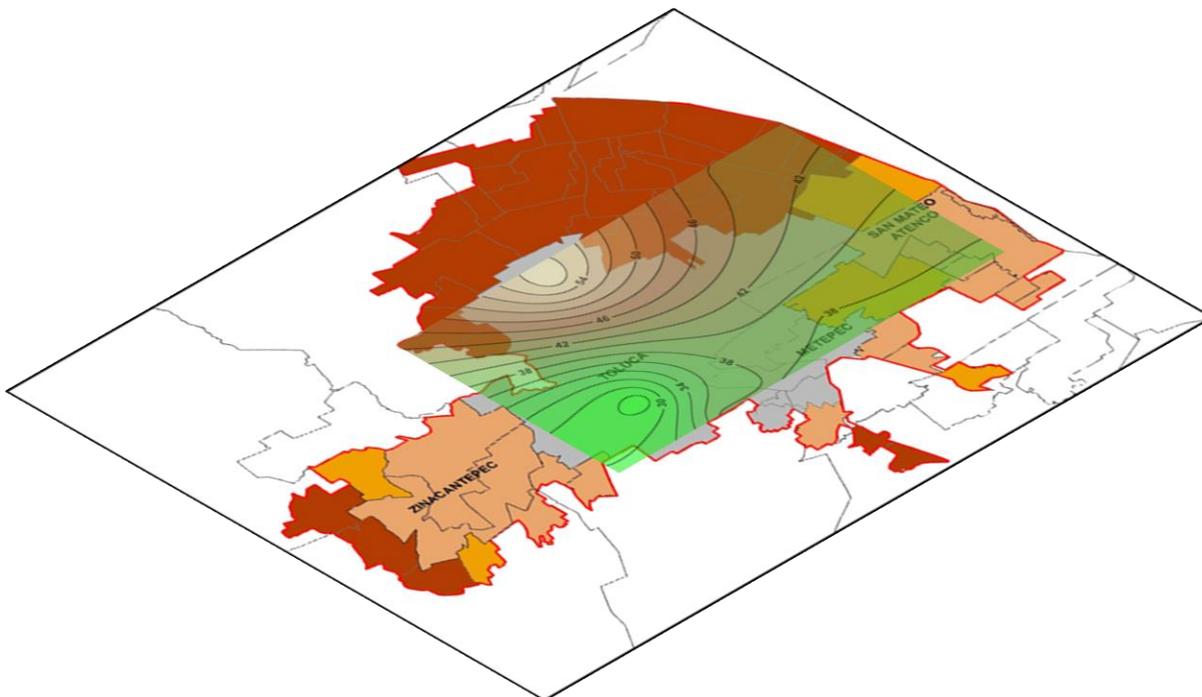
Figura 65. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en invierno de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución de las partículas menores a 10 micras en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 50 y 54 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 19 a 64 puntos en promedio valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte, la trayectoria con valores en incremento esta hacia las localidades del norte de la ZMCT el grado de marginación es alto (figura 66).

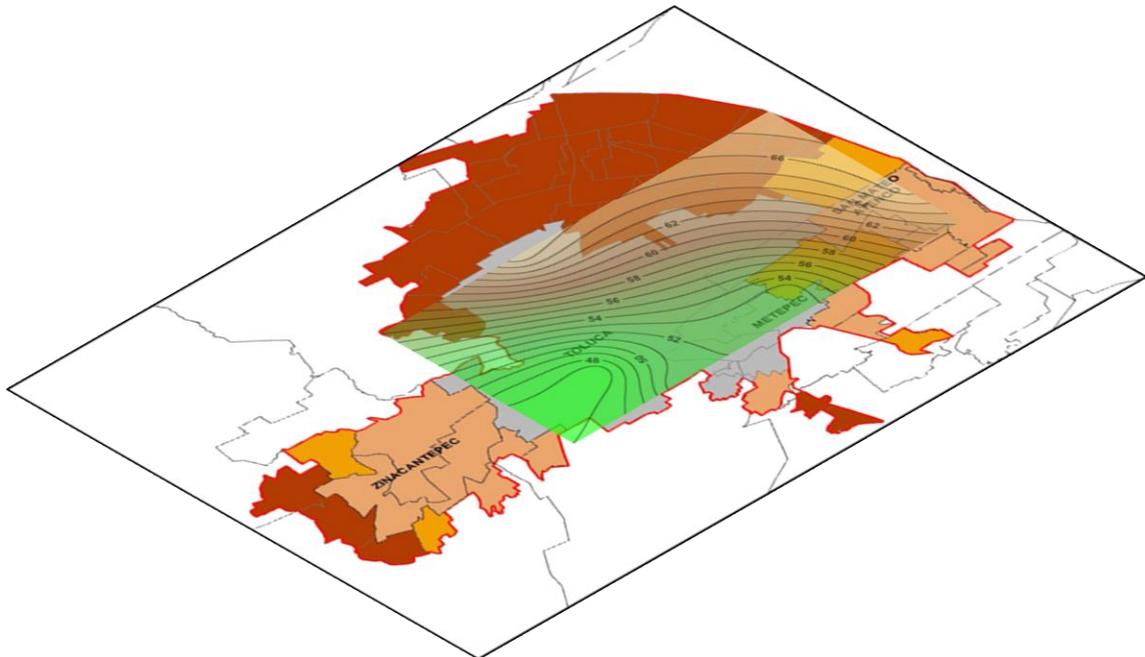
Figura 66. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en verano de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución de las partículas menores a 10 micras en verano de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el noreste de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 66 y 67 en partes por millón, con registros de la calidad del aire entre 35 a 97 puntos en promedio, valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte centro de la ZMCT y por la afluencia de fuentes móviles las localidades interactúa en la transición con el grado de marginación bajo y alto (figura 67).

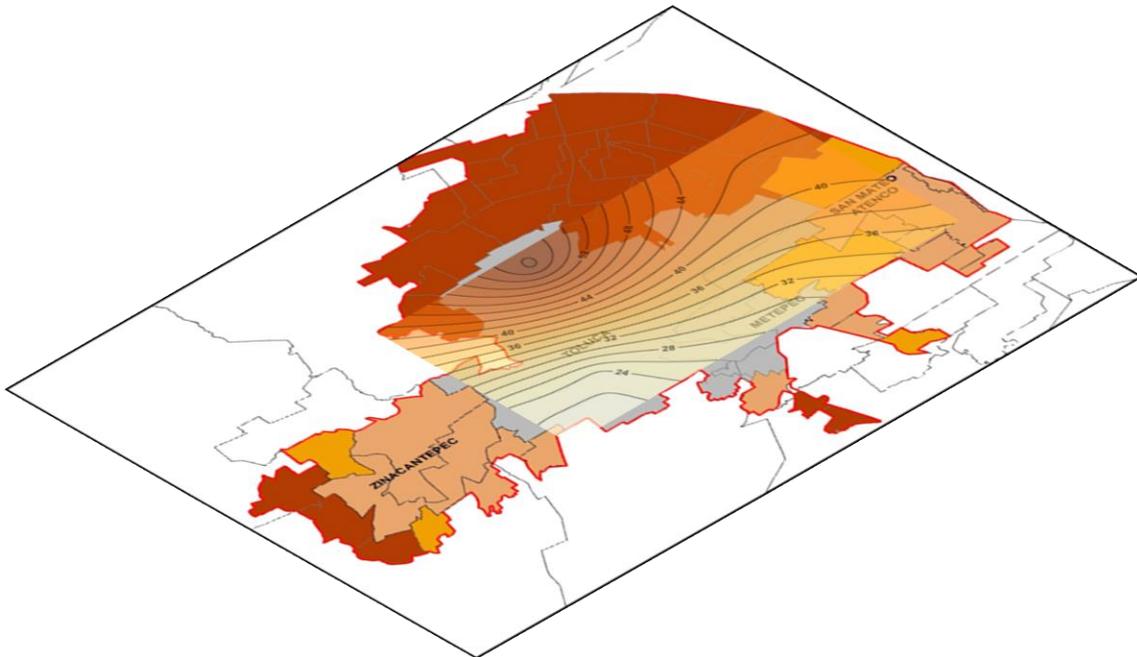
Figura 67. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 10 micras en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución de las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 52 y 54 en microgramos por metro cúbico, con registros de la calidad del aire entre 90 a 130 puntos en promedio valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte centro, destaca un desplazamiento mayor en las localidades del norte de la ZMCT (figura 68).

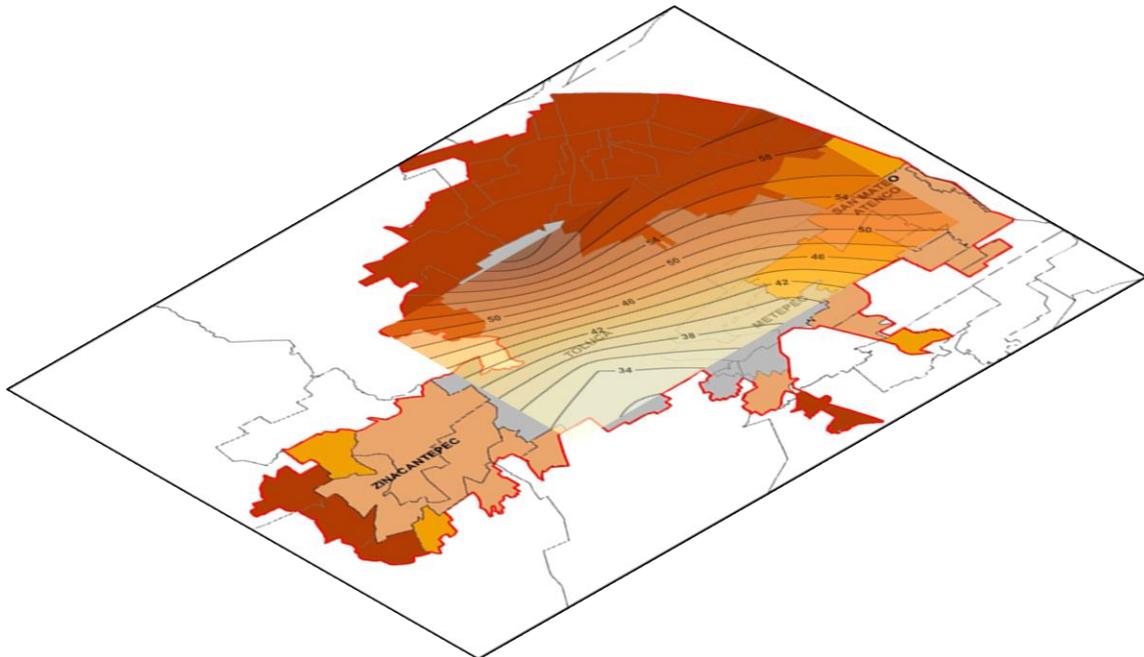
Figura 68. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución de las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2017, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 58 y 60 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 90 a 137 puntos en promedio valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas que es la parte centro, por la afluencia de fuentes móviles hacia el contaminante que sobresale en la zona noreste de la ZMCT (figura 69).

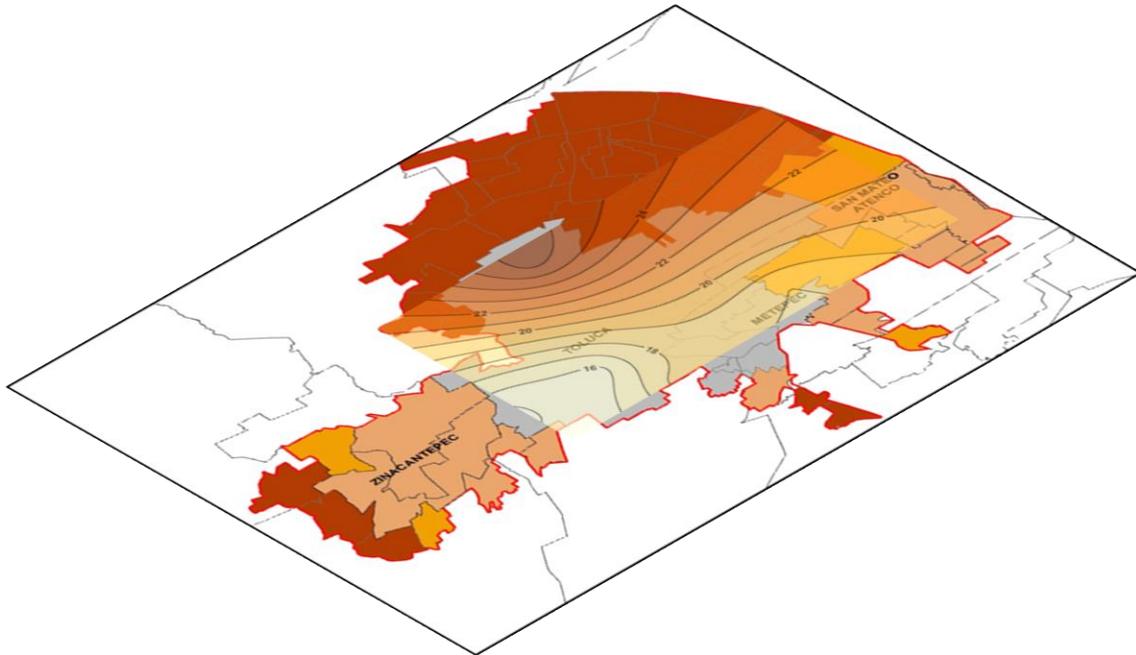
Figura 69. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en invierno de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución de las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 24 y 26 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 70 a 120 puntos en promedio valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas, las fuentes fijas y móviles emiten contaminación que se distribuye al norte de la ZMCT donde existe las localidades con alto grado de marginación (figura 70).

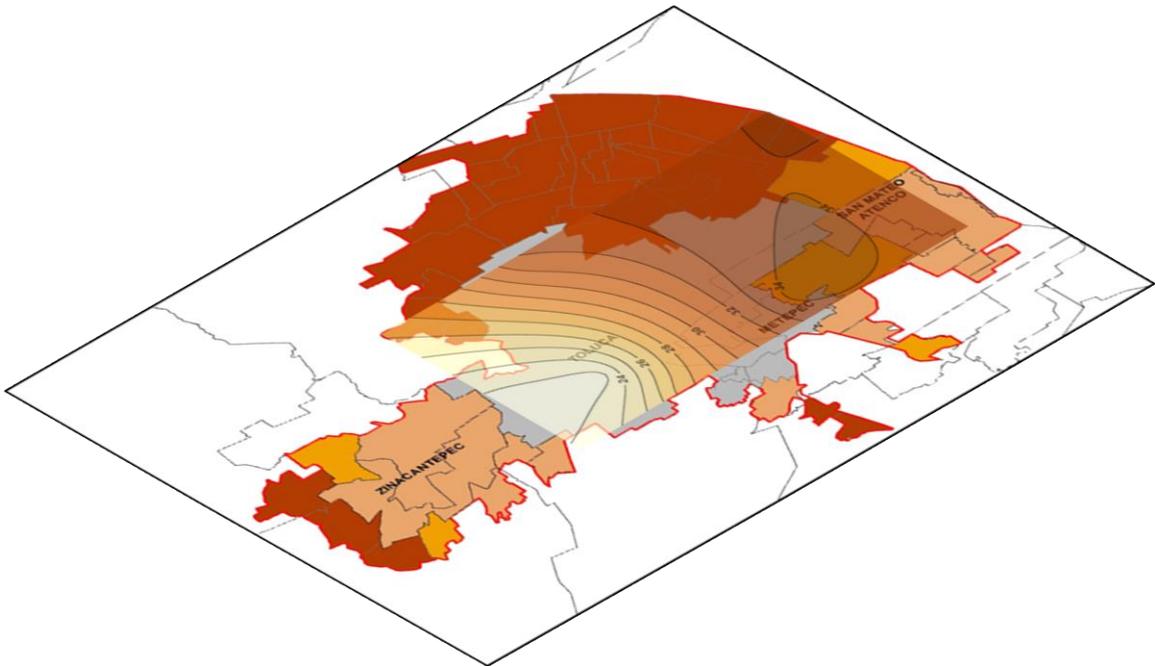
Figura 70. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

La sobreposición del mapa del grado de marginación con la distribución de las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2011, presenta una circulación del contaminante hacia el norte de la ZMCT de acuerdo a la ubicación de las estaciones de monitoreo que registran cantidades promedio de 33 y 34 en microgramos por metro cubico, con registros de la calidad del aire entre 69 a 111 puntos en promedio valores significativos de la condición del aire regular, mala y muy mala en donde ciertas actividades se pueden llevar a cabo al aire libre pero presentando ligeras molestias a menores y adultos mayores de enfermedades respiratorias y del corazón, además de efectos adversos a la salud en la población en general las condiciones del aire se incrementan por la aglomeración de viviendas, la afluencia de fuentes móviles la dinámica del contaminante y las condiciones meteorológicas que tiene el viento, muestra que se distribuye hacia el Este de la ZMCT (figura 71).

Figura 71. Relación entre el grado de marginación y las partículas menores a 2.5 micras en verano de 2017 en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con datos de la RAMA de la Ciudad de Toluca, 2020

3.6 Diagnóstico Ambiental Integral basado en el Análisis FODA sobre las áreas verdes, los contaminantes atmosféricos y el grado de marginación en la ZMCT

3.6.1 Análisis FODA

Para el análisis FODA se analizan los siguientes aspectos de acuerdo con las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

Tabla 31. Matriz FODA para las áreas verdes en la ZMCT.

| FORTALEZAS | OPORTUNIDADES |
|--|--|
| <p>F1 El índice de Áreas Verdes en la ZMCT es de 10.4m² por cada habitante, valor que se encuentra en el límite de lo recomendado por la OMS.</p> <p>F1. Se aplican programas que impulsen la convivencia social.</p> <p>F2. Se mejora la imagen de las áreas verdes mediante el mantenimiento y restauración de las áreas verdes.</p> <p>F3. Se implementa programas educativos, mediante la enseñanza escolar.</p> | <p>O1. En las áreas verdes hay posibilidad de introducir variedad de plantas.</p> <p>O2. Se pueden implementar mejores programas de convivencia.</p> <p>O3. Es posible integrar equipamiento para mejorar señalamientos en las áreas verdes.</p> |
| DEBILIDADES | AMENAZAS |
| <p>D1 El índice de Áreas Verdes por Habitante en la ZMCT es de 10.4m² por cada habitante, está muy por debajo de los 300m² por habitante que se observa en la ciudad de Lieja Bélgica.</p> <p>D2 Un valor razonable estaría más cerca de los 50 m² por habitante, referencia basada en una tendencia de países con diferentes niveles de desarrollo.</p> <p>D2. Hay insuficiencia para acondicionar las áreas verdes y mantenerlas apropiadas.</p> <p>D2. Existe falta de concientización de la población para el cuidado de las instalaciones.</p> <p>D3. Existe falta de difusión para campañas de mantenimiento con reuniones vecinales.</p> | <p>A1. Hay inseguridad para las áreas verdes debido a la irresponsabilidad y el vandalismo.</p> <p>A2. Las áreas verdes son propensas a ser alteradas en sus instalaciones.</p> <p>A3. Las áreas verdes son susceptibles a recopilar desechos sólidos sin concientización.</p> |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 32. Matriz FODA para los contaminantes atmosféricos en la ZMCT

| FORTALEZAS | OPORTUNIDADES |
|--|---|
| <p>F1 Los índices IMECA se dispersan en la zona norte con valores promedio de 12 a 42 puntos en las estaciones de la zona norte que son San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto registran valores de la categoría buena correspondiente a invierno de ambos años 2011 y 2017</p> <p>F1 Existen programas para controlar la contaminación atmosférica.</p> | <p>O1. La contaminación puede mitigarse con ideas innovadoras de movilidad y dirigidas al bienestar en la población.</p> <p>O2. Los incentivos para disminuir la utilización del automóvil de manera individual pueden reducir los niveles de contaminación del aire.</p> <p>O3. Son importantes campañas de concientización a través de la educación sobre los beneficios de las</p> |

| | |
|--|--|
| <p>F2. Las áreas verdes existentes generan beneficios ambientales en la calidad de vida debido a que disminuyen la contaminación atmosférica.</p> <p>F3. La contaminación atmosférica y las áreas verdes son temas de estudio actuales.</p> | <p>áreas verdes y su cuidado para contrarrestar los altos índices de la contaminación atmosférica.</p> |
| <p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <p>D1. La calidad del aire para las partículas menores a 10 micras correspondiente a la estación invierno de 2011 reportan mala calidad del aire, rebasando más de 101 puntos con registros de 100 a 180 puntos mientras que para 2017 los valores promedio oscilan entre 66 y 100 puntos, estos índices los reportan las estaciones de la zona norte y sur respectivamente de la ZMCT, hacia la periferia donde se encuentran las áreas con grado de marginación más alto.</p> <p>D2. El incremento de la contaminación atmosférica es paulatino en los siguientes años.</p> <p>D3. El control de la contaminación es complejo si no se toman medidas pertinentes.</p> <p>D4. El incremento de la contaminación atmosférica está degradando el bienestar de la población.</p> | <p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <p>A1. Si no se toman en cuenta los riesgos de la contaminación los problemas cardiorrespiratorios en la sociedad seguirán incrementándose.</p> <p>A2. El bienestar en la población será más difícil de mejorarse en relación con la salud.</p> <p>A3. Las insuficientes áreas verdes junto con el incremento de la contaminación pueden ser problemas crecientes a futuro.</p> |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 33. Matriz FODA para el índice de marginación en la ZMCT.

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <p>F1 Respecto a las localidades en la ZMCT, 15% tiene grado de marginación medio, 20% corresponde a grado bajo, mientras que el nivel es muy bajo en un 13% de las localidades. En la actualidad la parte central de la ZMCT muestra un grado de marginación muy bajo.</p> <p>F2 Mas del 70% de la población de la ZMCT se encuentra concentra en la parte central y en condiciones de grado de marginación muy bajo.</p> <p>F1 La población actual cuenta con servicios públicos suficientes para el bienestar en sus lugares de origen</p> <p>F3 Se refleja el cuidado mediante programas de arborización y mantenimiento en las áreas verdes con la finalidad de mejorar su calidad de vida y bienestar</p> | <p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <p>O1. Con una mejor organización de las localidades y delegaciones se puede dotar de servicios al cambiar la imagen urbana y ser autosustentable con algunas técnicas innovadoras como de energías renovables.</p> <p>O2 A través de la educación se puede implementar técnicas de reciclaje, ecotecnias y agroecológicas para denotar estos grados de marginación que están hacia la periferia de zona de estudio.</p> <p>O3. Es importante impulsar un desarrollo comunitario basado en la participación social en cuanto al mejoramiento de su entorno donde habitan las personas tanto ambiental como de bienestar</p> |
| <p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <p>D1 El nivel de marginación en la ZMCT es alto en las localidades periféricas de la Zona Metropolitana. El grado de marginación es alto en 52% de las localidades de la ZMCT.</p> <p>D1. La población es apática para colabora en el mejoramiento del lugar donde viven a través de pequeñas acciones en el que podrían involucrarse.</p> | <p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <p>A1. El crecimiento urbano ha desplazado las áreas de naturales y por lo tanto la disminución de ecosistemas.</p> <p>A2. Las zonas con alto y muy alto grado de marginación pueden degradar los recursos adyacentes a la zona, como son las áreas verdes naturales.</p> <p>A3 Estos grados de marginación se combinan entre los bajos y altos porque no distinguen la calidad de</p> |

| | |
|--|---|
| <p>La distribución existente de la población denota inequidad entre las áreas ricas y pobres.</p> <p>D2. La tendencia en el aumento de población es notable por lo tanto la demanda de servicios públicos como de las áreas verdes es insuficiente.</p> <p>D3. Los niveles de marginación tienden a incrementarse en la periferia debido a nuevas construcciones en la dotación de nuevos servicios.</p> | <p>vida y bienestar de la población a expensa de contaminar y degradar sin tener conciencia y conocimiento.</p> |
|--|---|

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.6.2 Análisis de estrategias FODA

Para el análisis de estrategias FODA, se determinan las estrategias FO (Ofensiva), FA (Defensiva), DO (Adaptativa) y DA (De Supervivencia)

Tabla 34. Matriz de estrategias FODA para las áreas verdes.

| | |
|--|---|
| <p>ESTRATEGIA FO</p> <p>PARA MAXIMIZAR TANTO LAS FORTALEZAS COMO LAS OPORTUNIDADES</p> <p>FO1. Desarrollar proyectos que mejoren la imagen urbana de las áreas verdes.</p> <p>FO2. Aprovechamiento integral de las áreas verdes disponibles.</p> <p>FO3. Establecer programas de arborización de acuerdo con su tipo de especie adecuada.</p> <p>FO4. Promover la convivencia y el bienestar social.</p> | <p>ESTRATEGIA FA</p> <p>PARA MINIMIZAR LAS AMENAZAS Y MAXIMIZAR LAS FORTALEZAS.</p> <p>FA1. Enfocar actividades de cuidado y mejoramiento de las áreas verdes.</p> <p>FA2. Establecer un vínculo entre instituciones de educación y municipales para su instrucción al cuidado y aprendizaje de las áreas verdes.</p> <p>FA3. Ampliar de acuerdo con su difusión para incrementar el bienestar y calidad de vida de los habitantes alrededor de las áreas verdes.</p> <p>FA4. Bosques periurbanos que rodeen la ZMCT que puedan proporcionar bienes y servicios como madera, fibra, fruta.</p> |
| <p>ESTRATEGIA DO</p> <p>PARA MINIMIZAR LAS DEBILIDADES Y MAXIMIZAR LAS OPORTUNIDADES</p> <p>DO1. Gestionar proyectos enfocados a la recuperación de áreas verdes, manejo mantenimiento, restauración eficiente.</p> <p>DO2. Fortalecer las plantaciones arbóreas comerciales existentes.</p> <p>DO3. Establecer convenios con instituciones de educación e investigación en el ámbito académico y social.</p> <p>DO4. Poblaciones, pequeños grupos de árboles e individuos, árboles en plazas, estacionamientos y en calles.</p> | <p>ESTRATEGIA DA</p> <p>PARA MINIMIZAR LAS DEBILIDADES Y LAS AMENAZAS</p> <p>DA1. Gestionar apoyo de las instituciones para realizar diagnósticos de las áreas verdes, para lograr mayor organización interna, generando un manejo sustentable.</p> <p>DA2. El estrés ambiental se presenta si los parques, no mantienen las condiciones ideales para la convivencia social.</p> <p>DA3. Desarrollo y calidad a las condiciones de las áreas verdes y adyacentes a la zona urbana.</p> <p>DA4. Aprovechar parcelas agrícolas, terrenos deportivos, terrenos baldíos, céspedes, campos abiertos, cementerios y jardines botánicos destinados al estudio.</p> |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 35. Matriz de estrategias FODA para los contaminantes.

| | |
|--|--|
| <p align="center">ESTRATEGIA FO, PARA MAXIMIZAR TANTO LAS FORTALEZAS COMO LAS OPORTUNIDADES</p> <p>FO1. Incentivar proyectos que mejoren la calidad del aire con la finalidad de reducir la contaminación atmosférica.</p> <p>FO2. Proponer alternativas de movilidad para reducir los niveles de contaminación atmosférica.</p> <p>FO3. Establecer programas de uso de transporte utilizando energías alternativas como la eléctrica.</p> <p>FO4. Promover el aumento de áreas verdes de acuerdo con la infraestructura urbana.</p> | <p align="center">ESTRATEGIA FA, PARA MINIMIZAR Y MAXIMIZAR LAS FORTALEZAS.</p> <p>FA1. Enfocar actividades de cuidado y mejoramiento de las calles y avenidas para mitigar la contaminación atmosférica.</p> <p>FA2. Establecer un vínculo entre instituciones de educación y niveles de gobierno para su instrucción al cuidado de la salud poblacional.</p> <p>FA3. Mediante el uso de transporte alternativo se pueden mejorar las vialidades y maximizar sus beneficios ambientales y en la salud.</p> <p>FA4. En las áreas de mayor tránsito vehicular con mayores valores de contaminación atmosférica implementar programas cercanos de aumento de áreas verdes en muros y azoteas.</p> |
| <p align="center">ESTRATEGIA DO, PARA MINIMIZAR LAS DEBILIDADES Y MAXIMIZAR LAS OPORTUNIDADES</p> <p>DO1. Reducir la contaminación del aire incluso del ruido mediante barrera de plantas de tal manera que amortigüe los impactos de la contaminación.</p> <p>DO2. Fortalecer las plantaciones forestales comerciales existentes.</p> <p>DO3. Buscar técnicas de recuperación y mantenimiento para en los servicios ambientales de las áreas verdes.</p> <p>DO4. Establecer convenios institucionales de educación e investigación, para incrementar los proyectos de investigación en el ámbito forestal.</p> | <p align="center">ESTRATEGIA DA PARA MINIMIZAR LAS DEBILIDADES Y LAS AMENAZAS</p> <p>DA1. Apoyar a las instituciones para realizar diagnósticos de los contaminantes y medidas necesarias para contrarrestar los niveles elevados de la contaminación atmosférica.</p> <p>DA2. realizar gestiones para dar soluciones a los problemas de planes y programas involucrando a la población en general, mitigando las emisiones de contaminantes a la atmósfera.</p> <p>DA3. Los contaminantes se acumulan en el ambiente de manera gradual, sin embargo, los fenómenos meteorológicos atípicos disminuyen los niveles altos.</p> <p>DO4. Los contaminantes atmosféricos hacia la población son las partículas suspendidas por lo tanto mantener en buenas prácticas de cuidado al ambiente mejorará la calidad del aire.</p> |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 36. Matriz de estrategias FODA para el grado de marginación.

| | |
|---|---|
| <p align="center">ESTRATEGIA FO, PARA MAXIMIZAR TANTO LAS FORTALEZAS COMO LAS OPORTUNIDADES</p> <p>FO1. Desarrollar proyectos de que mejoren la calidad de vida en la población mediante incentivos al cuidado al medio ambiente en general.</p> | <p align="center">ESTRATEGIA FA, PARA MINIMIZAR Y MAXIMIZAR LAS FORTALEZAS.</p> <p>FA1. Enfocar actividades de cuidado ambiental con programas que involucren a la población de escasos recursos mediante incentivos comunitarios.</p> <p>FA2. Establecer un vínculo de beneficio social entre las áreas verdes, calidad del aire y beneficio social</p> |
|---|---|

| | |
|---|---|
| <p>FO2. Aprovechamiento integral de las áreas verdes disponibles mediante la educación escolar y de la población en general.</p> <p>FO3. Establecer programas de arborización de acuerdo con su tipo de especie adecuada, para instrucción de una comunidad en el mejoramiento y cuidado.</p> <p>FO4. Promover la convivencia y el bienestar social, de tal manera que mejore la situación de la población mediante ecotecias y labor social entre la misma población.</p> | <p>de tal manera que se refleje en la calidad de vida de la población.</p> <p>FA3. Incrementar el bienestar y calidad de vida de los habitantes alrededor de las áreas verdes, vías de comunicación y lugar donde habitan, mejorando la estética e imagen urbana.</p> <p>FO4. Mejorar las áreas sociales y de infraestructura donde las personas pasan el tiempo para la ejercitación y esparcimiento cercanas a las áreas verdes.</p> |
| <p style="text-align: center;">ESTRATEGIA DO, PARA MINIMIZAR LAS DEBILIDADES Y MAXIMIZAR LAS OPORTUNIDADES</p> <p>DO1. Gestionar proyectos enfocados a la calidad de vida de población para lograr su bienestar a través de actividades vinculadas al medio ambiente saludable.</p> <p>DO2. Al disminuir las emisiones de carbono mitigan el cambio climático, al igual que los grados de marginación, mejoran el clima local y se construye resiliencia ambiental.</p> <p>DO3. Para la disminución de enfermedades en la población es necesario que el calentamiento global disminuya, al igual que la vulnerabilidad ante los niveles de contaminación e incluso muertes humanas especialmente de población más vulnerable.</p> <p>DO4. Disminuir los daños ecológicos de diversa índole ligados a la aparición de vectores o plagas y desaparición de flora y fauna, sobresaldrá de un crecimiento urbano ordenado, a través de la concientización y la racionalidad.</p> | <p style="text-align: center;">ESTRATEGIA DA PARA MINIMIZAR LAS DEBILIDADES Y LAS AMENAZAS</p> <p>DA1. Los datos de los contaminantes del aire se aprecian variaciones que permite sugerir diferencias térmicas para transportar los contaminantes donde se trasladan y concentran implementar cinturones verdes.</p> <p>DA2. realizar gestiones para dar soluciones problemas socioeconómicos vinculados al medioambiente y mitigar la degradación de recursos ambientales existentes.</p> <p>DA3. Con la integración de elementos que influye a la modificación del entorno, enfatizar su mitigación y degradación para un mejor aprovechamiento de recursos.</p> <p>DO4. Desarrollo de transferencia de tecnología acorde a las condiciones de la región.</p> |

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.7 Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire, desde el enfoque de la Justicia Ambiental. Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico

Trata de determinar las acciones que se deben emprender y las relaciones o vínculos lógicos existentes entre los elementos de un proyecto (objetivos resultados, actividades, recursos e hipótesis o condiciones), dando como producto un esquema normalizado de presentación del proyecto (Matriz de Planificación de Proyecto).

El uso del Enfoque Marco Lógico ayuda, clarificar el propósito y la justificación del proyecto, identificar las necesidades de la información, definir claramente los elementos, se analizó el entorno del proyecto desde el inicio, identificar como fue medir el éxito o el fracaso del proyecto. Identificación de los elementos de análisis, sus objetivos, caracterización de su problemática y alternativas de solución en la ciudad de Toluca.

En el trabajo de campo se identificó y se plasmaron en la carta propuesta del bienestar Ese espacio público de calidad se revela también como un escenario para el desarrollo de diversos acontecimientos de elementos y factores ambientales del espacio natural y de infraestructura de la ciudad de Toluca en la participación social. Elaboración de la cartografía de manejo sustentable de las áreas verdes que integra el análisis mencionado con anterioridad. De acuerdo con las condiciones de la ciudad de Toluca se mencionó los siguientes elementos relevantes del área de estudio.

Acciones sobre el uso del suelo metropolitano (urbano) para que efectivamente cumpla su función de interés social: el objetivo principal era lograr la coherencia de la estructura urbana, logrando mayor accesibilidad territorial y el adecuado equilibrio ecológico. Principalmente se propone la metropolización de las acciones, es decir, el manejo integrado de la planeación y la ejecución de las obras mediante un sistema administrativo y jurídico que permitiera los procesos conjuntos de decisión en la ciudad.

Además, se propuso, la expansión gradual por etapas de la estructura urbana metropolitana, controlando el ritmo y magnitud de la expansión y promoviendo el desarrollo de polos de desarrollo alternos a la ciudad de Toluca. Asimismo, se propone ampliar la concientización educativa, de salud, recreativa, cultural y de protección social. Fortalecimiento de las

comunidades existentes en la región y puesta en marcha de los mecanismos necesarios para lograr una participación ciudadana efectiva.

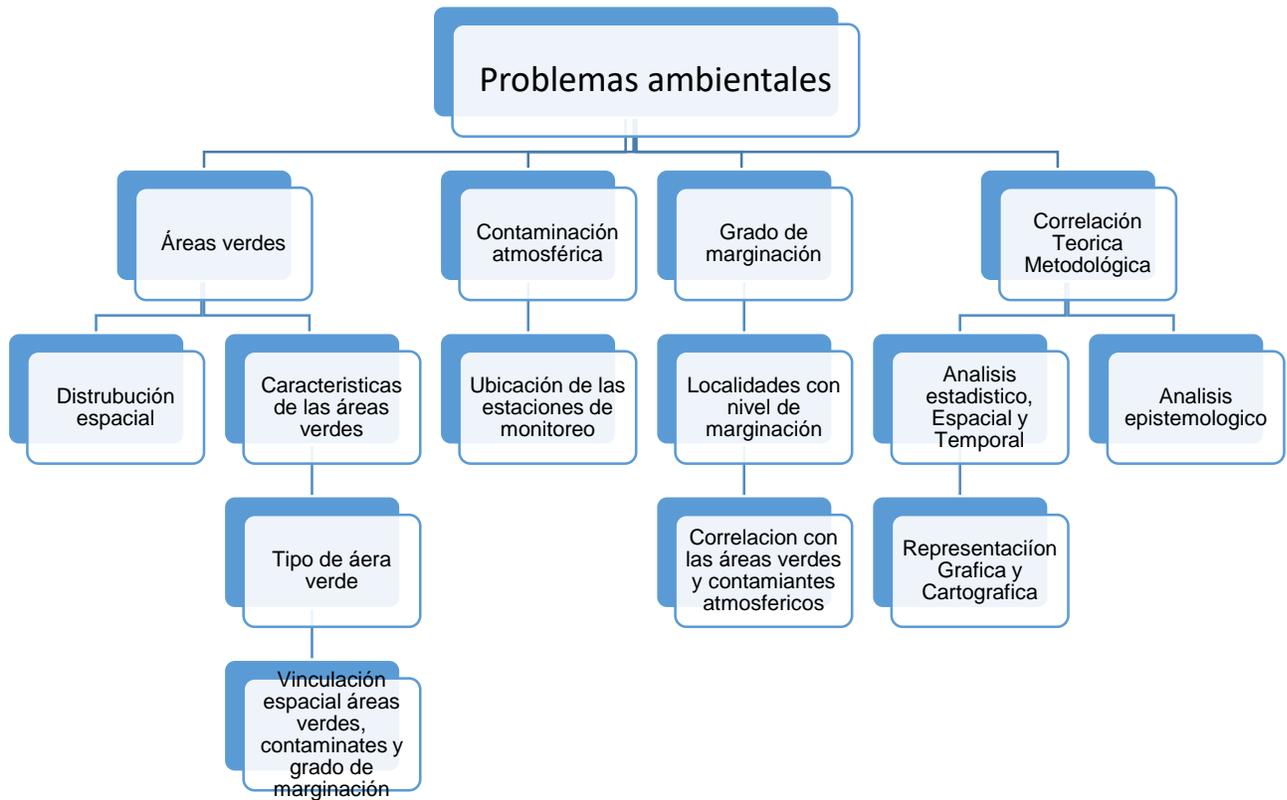
Dicho proyecto se basó en la idea de una ciudad desconcentrada, y en el enfoque según el cual la preservación de las áreas verdes e incluso de cultivo es de vital importancia para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de área, en cuanto permite la consolidación de la vocación productiva de la zona metropolitana de la ciudad de Toluca.

El enfoque del Marco Lógico se aplicó con el propósito de integrar las estrategias que minimicen los problemas ambientales mediante la utilización de 1) los árboles de problemas, 2) los árboles de objetivos y 3) el diseño de la matriz de planificación. Incluye aspectos prospectivos y propositivos. Las fuentes utilizadas para la identificación y construcción de los árboles de problemas fueron: el instrumento de investigación aplicado, los indicadores, el Censo de Población y vivienda 2010 (INEGI) y el trabajo de campo.

3.7.1 *Árbol de problemas*

El árbol de problemas se elaboró mediante la identificación de las principales dificultades que afectan a la comunidad, establece la jerarquía de estos y las relaciones existentes, así como sus causas y sus efectos. El diagrama de la figura 71 representa una visión global de los problemas y la estructura que presentan al interior de la comunidad. A continuación, se exponen los problemas identificados.

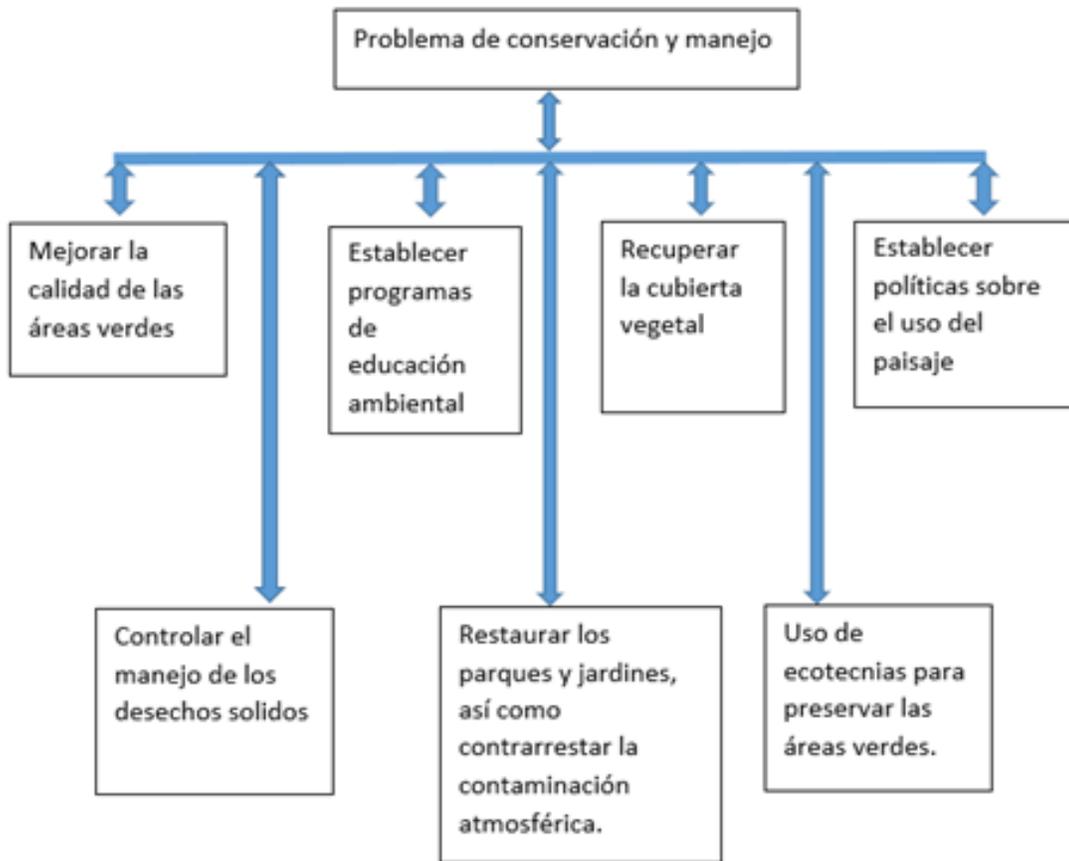
Figura 72. Árbol de problemas ambientales.



3.7.2 *Análisis de alternativas*

La construcción de las alternativas se basó en la identificación de los tipos de relaciones presentes entre los componentes del árbol de objetivos. El resultado es el diagrama de la figura 73 en el cual, se presentan las metas que pueden contener otros objetivos de tipo específico o aquellos que por su importancia se consideraron como posibles alternativas que ayudarán a iniciar el proceso de cambio dirigido.

Figura 73. Diagrama de alternativas.



Fuente: elaboración propia, 2020.

3.7.3 Evaluación cualitativa y cuantitativa de las alternativas

Análisis de alternativas, la construcción de las alternativas se basó en la identificación de tipos de relaciones presentes entre los componentes del árbol de objetivos. La tabla 37 y 38 presentan las estrategias que pueden contener fin específico o aquellos que por su importancia se consideraron como posibles alternativas que ayudarán a iniciar el proceso de cambio dirigido.

Tabla 37. Evaluación cualitativa de las alternativas.

| Estrategia | Criterios | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|---------------------|----------|--------|
| | Económico | Social | Ambiental | Viabilidad política | Legal | Tiempo |
| Desarrollar proyectos de que mejoren la imagen urbana de las áreas verdes. | Alto | Medio | Muy alto | Muy alto | Medio | Alto |
| Establecer programas de arborización de acuerdo | Muy bajo | Medio | Medio | Alto | Muy bajo | Bajo |

| | | | | | | |
|--|------|-------|-------|----------|------|----------|
| con su tipo de especie adecuada. | | | | | | |
| Promover la convivencia y el bienestar social | Bajo | Alto | Medio | Medio | Alto | Medio |
| Establecer un vínculo entre instituciones de educación y municipales para su instrucción al cuidado y aprendizaje de las áreas verdes. | Bajo | medio | Alto | Muy alto | Alto | Muy bajo |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 38. Evaluación cuantitativa por criterios de viabilidad de las alternativas.

| Estrategia | Económico | | Social | | Ambiental | | Viabilidad Política | | Legal | | Tiempo | | Total |
|--|-----------|----|--------|----|-----------|----|---------------------|----|-------|----|--------|---|-------|
| | Coef. | | Coef. | | Coef. | | Coef. | | Coef. | | Coef. | | |
| | 4 | 16 | 5 | 20 | 4 | 20 | 3 | 15 | 2 | 8 | 2 | 8 | |
| Desarrollar proyectos de que mejoren la imagen urbana de las áreas verdes. | 4 | 16 | 3 | 15 | 4 | 20 | 5 | 15 | 3 | 6 | 4 | 8 | 80 |
| Establecer programas de arborización de acuerdo con su tipo de especie adecuada. | 4 | 16 | 4 | 20 | 3 | 12 | 4 | 12 | 5 | 10 | 2 | 4 | 74 |
| Promover la convivencia y el bienestar social | 2 | 8 | 4 | 20 | 3 | 12 | 3 | 9 | 4 | 8 | 3 | 6 | 63 |
| Establecer un vínculo entre instituciones de educación y municipales para su instrucción al cuidado y aprendizaje de las áreas verdes. | 2 | 8 | 3 | 15 | 4 | 16 | 5 | 15 | 4 | 8 | 1 | 2 | 64 |

Fuente: Elaboración propia, 2019

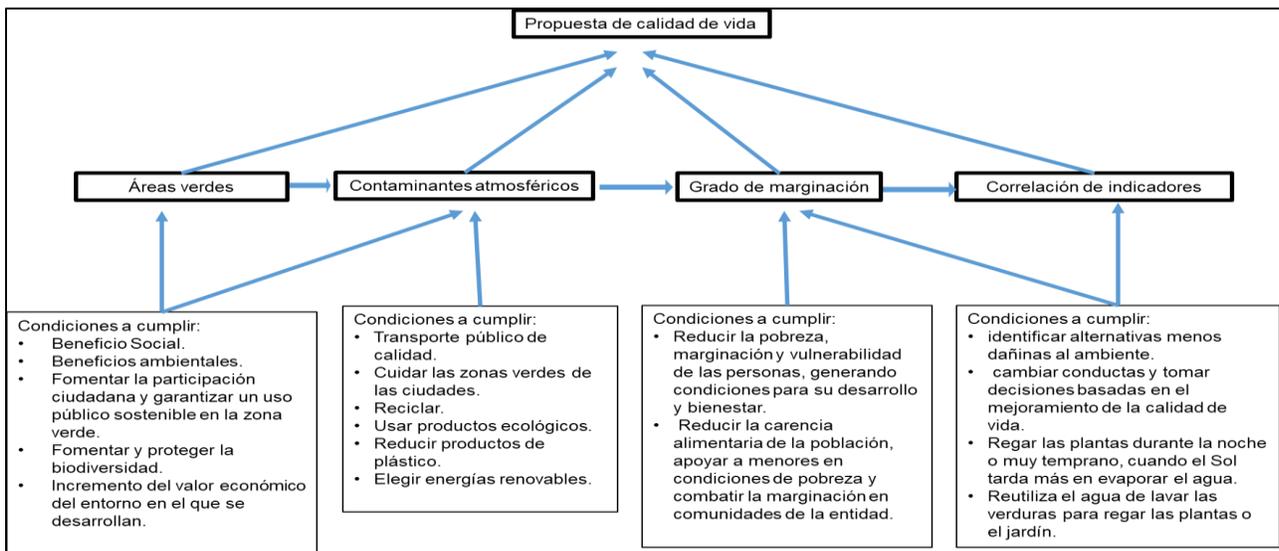
3.7.4 Identificación de posibles estrategias de solución

Aldunate y Córdoba (2011) señalan que una vez identificado el problema y sus principales factores causales los descritos en el árbol, es posible plantearse algunas estrategias alternativas para resolverlo, puesto que bastaría con suprimir alguna de las causas

necesarias y, desde luego, todas las identificadas como suficientes para proveer una vía de solución de la situación. Si lo que se pretende es resolver integralmente la situación, habrá que actuar sobre los factores causales, mientras que si lo que se busca es solo aliviar los síntomas visibles del problema, el campo de acciones probables es obviamente mucho mayor. Si hubiese varios factores causales identificados como necesarios para la existencia de la situación problema, se tendrían diversas estrategias posibles, cada una de ellas vinculada a la remoción de algunos de los factores causales.

En el diagrama 74 muestra los motivos en a considerar para la solución en la propuesta de la calidad de vida de la ZMCT considerando algunas estrategias ambientales, mediante la temática de las áreas verdes, la contaminación atmosférica, el índice de marginación y la correlación de estos indicadores, mencionando ecotecnias como alternativas en el área urbanizada para el cuidado al medio ambiente y la calidad de vida.

Figura 74. Diagrama de árbol de motivos para la solución.

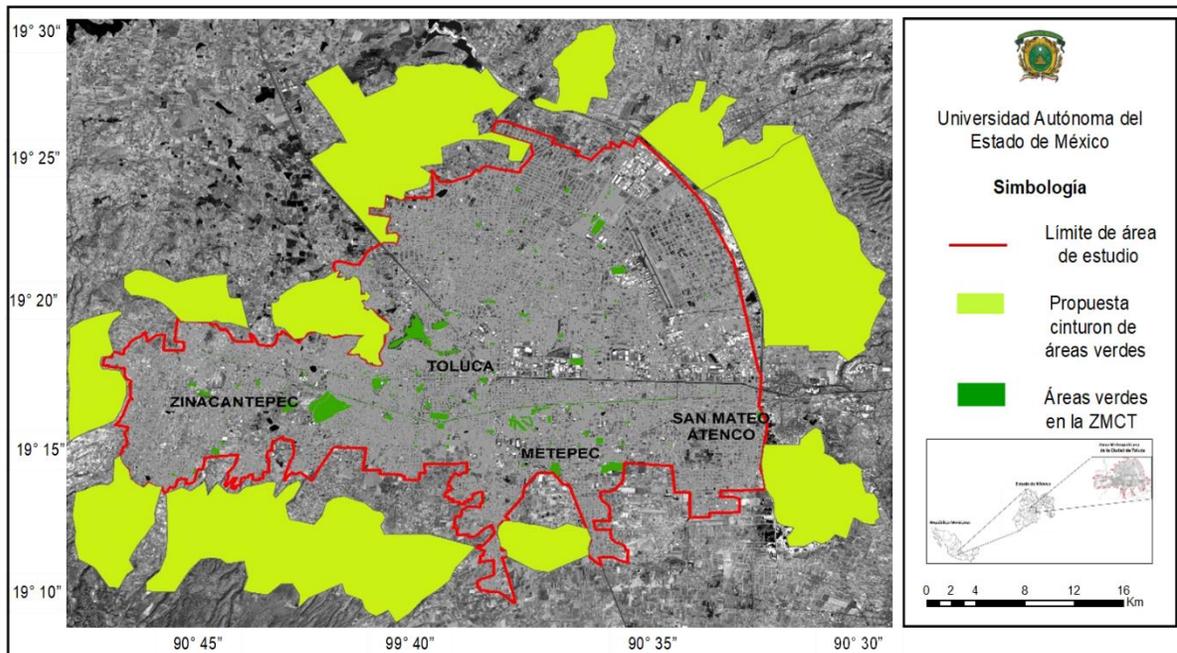


Fuente: Elaboración propia, con base a Aldunate y Córdoba CEPAL 2011, Martín del Campo 2017.

Una vez decidida la estrategia de solución, la formalización de ella se puede facilitar mediante la construcción de un diagrama en el cual se describen los pasos que habría que recorrer para llegar al estado final o solución. Este diagrama también tiene forma de árbol, por la progresiva ramificación que se va presentando a medida que se desglosa la estrategia. Se lo denomina habitualmente “desglose analítico” o árbol de objetivos para la solución (Aldunate y Córdoba, 2011).

En la figura 75 se muestra la propuesta de un aprovechamiento de las áreas con uso de suelo mixto urbano agrícola al exterior de la ZMCT donde se considera que hay mayor proporción de espacio libre utilizable para la instalación de un cinturón verde basado en la plantación de vegetación arbórea, matorral y herbáceas, con la finalidad de proporcionar plantas multipropósito entre especies nativas del lugar, de acuerdo a un estudio que sugiera los tipos de especie, y así incrementar el índice de áreas verdes por habitante a futuro; con el consiguiente mejoramiento de la calidad de vida y bienestar de la población en la ZMCT.

Figura 75. Mapa de propuesta de cinturón de áreas verdes en la ZMCT.



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI 2019, sentinel 2, google earth 2020.

3.8 Propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas.

A partir de los enfoques teóricos y los métodos aplicados, se propone la construcción del Modelo Teórico- Metodológico para el estudio de la calidad de vida urbana en zonas metropolitanas, abordado como sistema complejo, desde el enfoque multidisciplinario de las Ciencias Ambientales, la integración interdisciplinaria de la Teoría de los Sistemas Complejos, considerando los principios de la Geografía ambiental y la sustentabilidad en áreas conurbadas; con el fin de estudiar la Calidad de Vida Urbana, el Bienestar Social y la Justicia Ambiental en áreas metropolitanas. Con este fin se encontró fundamento en los modelos de evolución de las ciudades, tomando como indicadores: las áreas verdes urbanas para la convivencia y participación social, la calidad del aire en las ciudades, como una problemática global y alternativas para mitigar repercusiones; terminando con la discusión sobre las relaciones entre indicadores de calidad de vida en las ciudades (tabla 39).

Tabla 39. Premisas teóricas y etapas metodológicas aplicadas al estudio de la calidad de vida urbana empleando como indicadores las áreas verdes, la calidad del aire y el grado de marginación.

| Fundamentos Teóricos | Fundamentos Metodológicos |
|--|---|
| 1. Las ciencias ambientales: un enfoque interdisciplinario | 1. Construcción del marco teórico sobre la calidad de vida y bienestar de la población en relación con el manejo sustentable de las áreas verdes y la calidad del aire |
| 2. Teoría de Sistemas Complejos e integración interdisciplinaria | 2. Delimitación y caracterización geográfica del área de estudio con base en la elaboración de la cartografía |
| 3. Geografía ambiental y la sustentabilidad en áreas conurbadas | 3. Diagnóstico sobre las áreas verdes en la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET) |
| 4. Calidad de vida y calidad de vida urbana | 4. Diagnóstico sobre la calidad del aire en la Ciudad de Toluca, basado en el AEET de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana |
| 5. El bienestar social y la justicia ambiental en áreas metropolitanas. La marginación | 5. Diagnóstico sobre el grado de marginación de las localidades de la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico |
| 6. Modelos de evolución de las ciudades | 6. Evaluación de la correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la Ciudad, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades de la ZMCT |
| 7. Áreas verdes urbanas para la convivencia y participación social | 7. Diagnóstico Ambiental Integral a partir de las condiciones ambientales de la ZMCT; mediante el Análisis FODA |
| 8. Calidad del aire en las ciudades, problemática global y alternativas para mitigar repercusiones | 8. Elaboración de la Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire urbana; mediante el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico (EML) |

| | |
|--|---|
| 9. Relaciones entre Indicadores de Calidad de Vida en las Ciudades | 9. Elaboración de una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas |
|--|---|

Fuente: elaboración propia, 2020

3.8.1 Fundamentos Teóricos del Modelo

1. Las ciencias ambientales: un enfoque interdisciplinario

La Ecología Humana como disciplina, cuyo objeto de estudio son las interrelaciones entre los habitantes de una aglomeración urbana y sus múltiples interacciones con el ambiente, permite retomar sus enfoques teóricos, así como aplicar conceptos y teorías de la ecología tradicional con otras disciplinas (urbanismo, economía, sociología, antropología, geografía, ingeniería, derecho e historia) en términos de diálogo. Esta tendencia permite conocer la complejidad de las interrelaciones de los elementos que intervienen en una problemática.

Restrepo (2002), señala que la ecología humana tiene como punto de partida la analogía que se establece entre los ecosistemas vivientes y el mundo de las relaciones interpersonales. Por tal caso, para este trabajo, interesa retomar enfoques, métodos, técnicas de diversas disciplinas que permitan comprender, explicar e incidir en la problemática estudiada.

Por otra parte, se reconoce el poder explicativo de la disciplina en tanto que muestra la similitud que existe entre la crisis ecológica y la crisis interpersonal y valorativa del mundo contemporáneo, la funcionalización de las relaciones cotidianas y trastornos como la violencia intrafamiliar o la drogadicción.

2. Teoría de Sistemas Complejos e integración interdisciplinaria

La Teoría de Sistemas Complejos propuesta por Rolando García (2006), El concepto de teoría será utilizado aquí en un sentido muy amplio que incluye no solamente a las teorías científicas formuladas con cierto rigor, sino también al conjunto de afirmaciones y suposiciones, explícitas o implícitas, sobre la base de las cuales un investigador establece sus hipótesis o realiza sus inferencias. Llamaremos teorizaciones a este último tipo de conceptualizaciones no formuladas rigurosamente y que contienen generalmente un alto grado de imprecisión y de ambigüedad.

Ahora bien, desde esta perspectiva, García introduce el concepto de Sistema Complejo (SC), como un ecosistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por la explotación de sus recursos renovables o no-renovables (agrosistemas e industrias extractivas), o bien por la instalación de asentamientos humanos de diverso tipos en el que intervienen los procesos sociales, económicos y políticos, con sus partes o factores constitutivos, sus interacciones y sus interrelaciones (García, 2006).

Se considera al SC como un recorte intelectual de la realidad en función de los objetivos del investigador, en el que se estudian las interrelaciones entre los subsistemas biofísico y antrópico, interdependientes e indisolublemente ligados de manera impredecible y coevolutiva, rompiendo con el esquema lineal de causa y efecto. El SC es estudiado a partir de límites, de escalas temporal y espacial, considerando tres niveles de procesos (micro, meso, macro), en los que se presenta resiliencia entre niveles y entre el mismo SC y su entorno.

3. Geografía ambiental y la sustentabilidad en áreas conurbadas

La Geografía Ambiental con el adjetivo ambiental establece un esfuerzo interdisciplinario por reorientar rumbos; por matizar los límites o diferencias entre los campos socioculturales y biofísicos. Como una propuesta integradora, debe contribuir a la organización del flujo de los diferentes componentes generando la pretensión holística (Demeritt 2009 citado por Bocco 2013). Temas clave hoy son los riesgos, la vulnerabilidad, la biodiversidad con base en la distribución territorial, la planificación y uso de suelo, los análisis de paisaje, tenencia y acceso a los recursos, manejo de cuencas y cambio de cobertura, entre otros. Entonces, parece importante discutir o profundizar sobre la pertinencia de un posible campo de trabajo, un enfoque que en la literatura internacional ha llamado geografía ambiental (Cooke 1992; Castree; 2009, Demeritt 2009; citados por Bocco, 2013).

Buzzeli, (2008) Swyindegow y Heynen, (2003) en Romero (2011), han llamado la atención sobre el desmejoramiento de las condiciones ambientales en las ciudades como consecuencia de la privatización de los espacios urbanos latinoamericanos y los climatólogos y los ecólogos urbanos lo han hecho justamente para referirse a la calidad de los climas y de la vegetación de las ciudades.

Salazar, (2013) establece que asimismo, la geografía es una disciplina de integración y provee un extraordinario marco para establecer las relaciones con otros campos del saber humano. No es de sorprender que profesionales de esta área frecuentemente contribuyan a la gerencia y manejo de los recursos y del ambiente. El desarrollo de un entusiasmo auténtico por el conocimiento y la aplicación de la geografía es esencial en el siglo XXI, en un mundo en el cual el crecimiento de la población, el rápido desarrollo con sus implicaciones, los cambios ambientales de carácter global, las desigualdades desde el punto de vista social y económico, y la reducción de los recursos disponibles amenazan nuestra sobrevivencia en el planeta. Ella es única en conjugar las ciencias sociales (Geografía Humana) que aporta el entendimiento de la dinámica y de las interacciones de las culturas, sociedades, economías; y las ciencias de la tierra (Geografía Física) en el entendimiento de la dinámica de los componentes físicos y biológicos del paisaje y de los procesos que ocurren en el ambiente (Lairret, 2003 en Salazar 2013).

4. Calidad de vida y calidad de vida urbana

Capotorti *et al.*, (2017) expresa que en zonas urbanas, Paisajes periurbanos y rurales se han reconocido varios principios de planificación y se han adaptado adecuadamente a las diferentes escalas y contextos (Hansen y Pauleit, 2014; Liqueste *et al.* 2015). En los sistemas socioecológicos urbanos, principios ampliamente aceptados incluir la integración de infraestructuras verdes con más artificiales unos, un enfoque especial en la conectividad, el objetivo de la multifuncionalidad en espacio, tiempo y la inclusión social en el proceso de planificación.

El ejemplificar un conjunto de intervenciones concretas que sean capaces de combinar la mejora del aire calidad con restauración y reconexión ecológica de bosques urbanos. En consecuencia, el diseño de la planificación pone en práctica las acciones que han sido promovidos recientemente para una implementación de estrategia. Estas acciones Consisten en la conservación proactiva de los árboles nativos y espontáneos. Facilitación de la dinámica natural espontánea, control de la propagación de árboles no autóctonos y sustitución de exóticos bosques en sitios específicos, restauración activa de fuentes de semillas y mejora de la conectividad funcional para especies seleccionadas. Como tal, este trabajo aborda la necesidad de un equilibrio específico entre la prestación de servicios beneficiosos para el medio ambiente, útiles para la sociedad y la economía (Capotorti *et al.* 2017).

La calidad de vida se considera que es una combinación de elementos objetivos y de la evaluación individual de dichos elementos. Calidad de vida objetiva y calidad de vida percibida son dos conjuntos de factores que interactúan. El estilo de vida sería una dimensión compuesta por elementos físicos, materiales y sociales. Por otra parte, la calidad de vida sería subjetiva y objetiva; sería una propiedad de la persona más que del ambiente en el cual se mueve. La calidad de vida familiar, comunitaria, laboral, etc. parecería ser más subjetiva que objetiva (Ardila, 2003).

El mantenimiento de la calidad de vida en las ciudades se entiende como un concepto complejo de bienestar que aúna múltiples dimensiones desde la perspectiva de la sostenibilidad urbana; es decir, la capacidad de las ciudades para ofrecer servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los miembros de una comunidad sin

poner en peligro a lo largo del tiempo la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios.

5. El bienestar social y la justicia ambiental en áreas metropolitanas. La marginación

El bienestar social resulta de una serie de factores que tienen un peso desigual, dado que su importancia está en relación con la población de referencia, por lo que se presentan algunos problemas en relación de criterios y en el peso específico que se debe asignar en la confección del índice de calidad de vida. Ello produce una valoración desigual de los elementos integrantes de la calidad de vida. Su dependencia de los niveles de ingreso es evidente, ya que condiciona la jerarquía de las necesidades humanas, pero también influyen en la valoración otras variables como la posición de la persona en el ciclo vital familiar o su pertenencia a un grupo religioso o ideológico (Bordeiras 2011).

Romero (2010) desde el punto de vista de la ecología política y la justicia ambiental, considerándolos como problemas complejos sionaturales. Se examinan las relaciones espaciales entre crecimiento físico de la ciudad y sus impactos en el medioambiente y entre éstos y la distribución de los grupos socioeconómicos. La justicia espacial y la justicia ambiental son dos conceptos similares en cuanto ambos se vinculan con la justicia social.

6. Modelos de evolución de las ciudades

Retomando este modelo se explica y entiende la noción de espacio público como ideología para concebirlo como una relación social, más que como un espacio físico. Es decir, lo que se estructura en un escenario que bien podría ser la plaza, el parque o la calle, transgrede su funcionalidad explícita y se desarrolla en la conexión de las experiencias y relaciones de cada individuo o grupo que camina, sueña o se manifiesta por allí. (Carrión 2007 en Arias, *et al.* 2016).

En relación, con los Mapas Sociales Urbanos (Buzai, 2003) explica la utilización de cinco categorías socioespaciales muestran condiciones de favorabilidad con la siguiente clasificación: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, la cuales en el sentido del beneficio, disminuyen claramente desde el centro a la periferia de la ciudad.

Los mapas sociales urbanos son un apoyo significativo para comprender y planificar la ciudad. La Geografía, como ciencia espacial, utiliza métodos cuantitativos para su creación. La posibilidad de digitalización con base en el globo terráqueo virtual (GTV), la aplicación de software de análisis estadístico (método cluster analysis), Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) apoyan perfectamente esta tarea.

La investigación y las políticas sobre la dimensión territorial de los fenómenos sociales recurren de manera creciente a las representaciones cartográficas. El tema que nos convoca en esta oportunidad no es la excepción y análisis de mapas de marginación, pobreza, exclusión, división social del espacio, segregación urbana y otros fenómenos relacionados, todos proyectados en dos dimensiones en el papel o en el monitor.

7. Áreas verdes urbanas para la convivencia y participación social

Las áreas verdes son los únicos espacios en las ciudades que permiten la infiltración del agua en el subsuelo, tan necesaria para la recarga de los acuíferos, y el follaje de los árboles ayuda a mitigar el ruido de las ciudades, lo que reduce el estrés de las personas, contribuyendo a una mayor capacidad de concentración y calma.

El manejo de áreas verdes fija una atención técnica y planificada, el propósito de cumplir con los aspectos del bienestar ambiental y social que estas generan.

Por consiguiente, el manejo de las áreas verdes urbanas comprende, los parques naturales, los jardines públicos y privados, los parques recreativos, los camellones arbolados y los árboles de las banquetas; denominadas genéricamente áreas verdes urbanas, las cuales demandan una atención técnica y planificada para su manejo con el propósito de cumplir con los aspectos del bienestar ambiental y social que estas áreas verdes generan. En el medio urbano, las áreas verdes mitigan la contaminación del aire y el ruido, modifican microclimas y protegen el suelo de la erosión, además de proporcionar refugio para la vida silvestre, recreación y bienestar en general.

Espacio público o privado que ofrece con toda seguridad a los usuarios óptimas condiciones, tanto en lo que se refiere a la práctica de los deportes o juegos como a paseos, momentos de esparcimiento y reposo, en el que el elemento fundamental de la composición es el vegetal (Gregorio de Andrade, 2012).

El reconocimiento de la importancia de la conservación de la naturaleza en los asentamientos humanos cuando empezó a considerarse, de un modo general, hace tan sólo unos pocos años. Esto se produjo como consecuencia de la drástica reducción de especies animales y vegetales, a pesar de existir ya una larga tradición conservacionista. Por ello, y dado que existía un gran desconocimiento de las ciudades, como espacios para la vida vegetal y animal, es por lo que la investigación en este terreno se convirtió en un objetivo urgente. Los primeros estudios celebrados sobre este tema pusieron de manifiesto la existencia de una sorprendente diversidad de biotipos y vida silvestre en este medio (Fitter, 1946; Kieran, 1959; Teagle, 1978, Sukopp y Werner 1989, en Gregorio de Andrade, 2012).

8. Calidad del aire en las ciudades, problemática global y alternativas para mitigar repercusiones

Green y Sánchez, (2012) exponen que durante las últimas dos décadas, se han realizado esfuerzos importantes para detener la contaminación del aire en varias zonas urbanas de América Latina. Para nombrar algunos de los ejemplos más activos y exitosos, las acciones emprendidas en Ciudad de México, Bogotá, Sao Paulo y Santiago han sido extensivamente documentadas. Sin embargo, la contaminación del aire sigue siendo un problema en los ya establecidos pero crecientes centros urbanos de América Latina, y se está convirtiendo en un asunto preocupante en las ciudades emergentes de la región. La contaminación del aire en ambientes urbanos es primordialmente el resultado de la quema de combustibles fósiles, y las fuentes más importantes son el sector transporte, la generación de energía, los sectores industrial y manufacturero y el uso doméstico de combustible para calefacción/refrigeración y cocción.

Green y Sánchez, (2012) agregan algunas actividades que contribuyen al incremento de las emisiones incluyen el uso no controlado del suelo, el deficiente planeamiento del transporte, la utilización de combustibles de mala calidad, las actividades productivas con alta demanda energética, y la capacidad limitada de gestión de la calidad del aire. La exposición a contaminantes del aire es generalmente mayor en la vecindad de vías con mucho tráfico y congestión, igual que en áreas y regiones industriales alcanzadas por contaminantes secundarios formados viento abajo, como el ozono troposférico.

Confirman que hay una necesidad crítica de medidas más integradas, orientadas hacia el futuro y exhaustivas, para el mejoramiento de la calidad del aire, la protección de la salud y el bienestar públicos, y minimizar los riesgos asociados con el cambio climático a niveles local, nacional, latinoamericano y mundial. Por esta razón, es esencial monitorear, revisar, analizar y comunicar la calidad del aire para mejorarla en América Latina, ampliando la percepción del riesgo, motivando acciones y midiendo los resultados (Green y Sánchez 2012).

9. Relaciones entre Indicadores de Calidad de Vida en las Ciudades

La ciudad que conocíamos o que imaginábamos, no llegó a ser. Aquella ciudad articulada en la que los ciudadanos encontraban satisfacción a sus necesidades y que soportaba la segregación social (fruto de las diferencias de rentas) gracias a la existencia de espacios comunes de igualdad (dotaciones y espacios públicos), no era más que una esperanza en la mente de sus ciudadanos.

Pero era una esperanza compartida, tanto por los que más tenían, que estaban dispuestos a colaborar en el mantenimiento de lo común a cambio de una garantía de paz social, y por los que menos tenían, dispuestos a trabajar dentro de un marco de garantías mínimas en la esperanza de que ellos, o sus hijos, ascenderían antes o después en la escala social, o que al menos no quedarían totalmente desvalidos si no alcanzaban sus objetivos.

Gutteman *et al.* (2004) Argumentan en este sentido la nación de medio ambiente puede desagregarse en dos partes: Aquellas de la naturaleza que dependiendo de la naturaleza que dependiendo de la tecnología disponible y necesidades históricamente mutables se valorizan como recursos naturales y aquellas de los elementos que se agregan al entorno natural para incrementar su capacidad de soporte de las actividades humanas y que con las potencialidades existentes configuran la infraestructura física.

Es así que el caso de las grandes ciudades merece objeto de especial atención en la medida en que en ellas, la alta concentración de la población y de la actividad económica, hace más evidente los riesgos de deterioro ambiental. Es por eso que la administración de las ciudades requiere estar dotada de instrumentos que le permitan no sólo formular y llevar a la práctica una política capaz de regular adecuadamente las interacciones entre los habitantes urbanos y su entorno y realizar acciones tendientes a prevenir y a corregir los impactos y efectos negativos de esas interacciones, sino dar un seguimiento a la manera como esas regulación y acciones están siendo llevadas a la prácticas y evaluar en qué medida están cumpliendo los propósitos buscados (Gutteman *et al.* 2004).

(Ibídem, *et al* 2004) agregan que teniendo en cuenta que el análisis de las interacciones entre el medio social y el medio físico-biológico exige una comprensión de ambos fenómenos, ha surgido una nueva categoría de indicadores: los socio-ambientales, que al examinar el

comportamiento de tales interacciones deben ayudar a los responsables a tomar decisiones razonables con respecto a la oportunidad de uso de los recursos naturales para satisfacer determinadas necesidades socio-económicas y políticas.

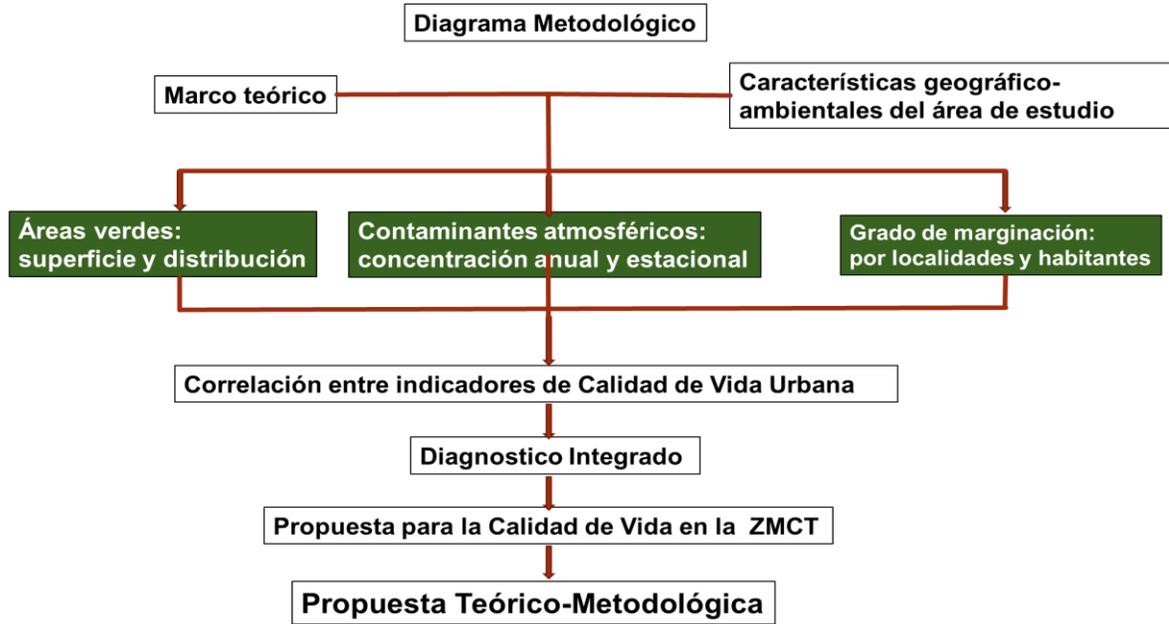
Conforme a lo expuesto, los indicadores socio-ambientales describen el comportamiento de las variables relevantes para la comprensión de la relación “intervención medio-ambiente “. Ellos serán dinámicos cuando se refieran a las características de la presión ejercida por un grupo humano, y estáticos cuando describan la situación resultante de esa presión sobre un determinado medio (Gutteman *et al.* 2004).

3.8.2. Fundamentos Metodológicos del Modelo

Desde el punto de vista metodológico, el modelo se sustenta en las siguientes etapas:

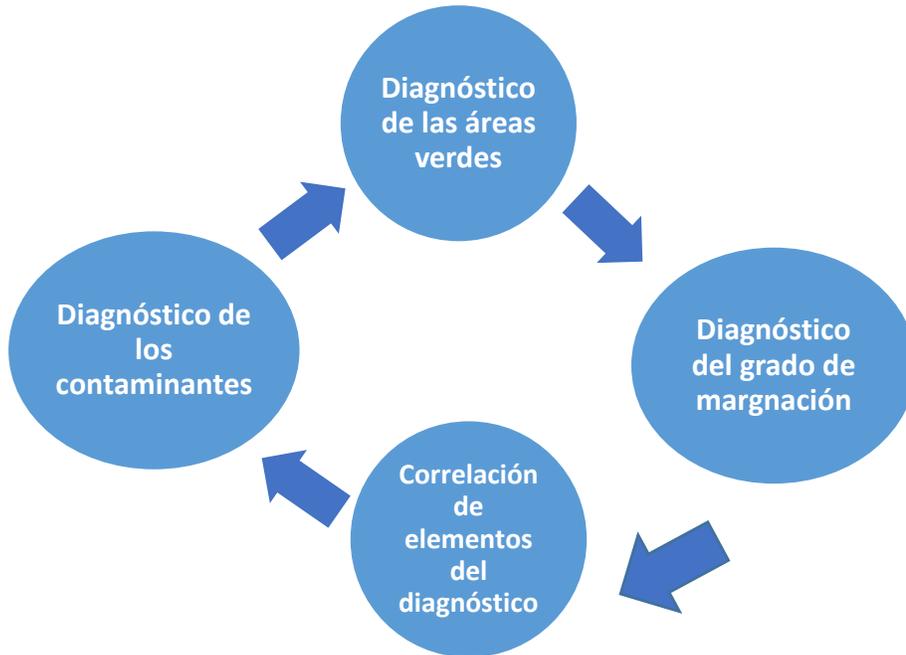
- 1) Construcción del marco teórico sobre la calidad de vida y bienestar de la población en relación con el manejo sustentable de las áreas verdes y la calidad del aire;
- 2) Delimitación y caracterización geográfica del área de estudio con base en la elaboración de la cartografía;
- 3) Diagnóstico sobre las áreas verdes en la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET);
- 4) Diagnóstico sobre la calidad del aire en la Ciudad de Toluca, basado en el AEET de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana;
- 5) Diagnóstico sobre el grado de marginación de las localidades de la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico; lo que permitió
- 6) Evaluación de la correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la Ciudad, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades de la ZMCT;
- 7) Diagnóstico Ambiental Integral a partir de las condiciones ambientales de la ZMCT; mediante el Análisis FODA; para continuar con
- 8) Elaboración de la Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire urbana; mediante el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico (EML); y
- 9) Elaboración de una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas (figura 77).

Figura 77. Fundamentación del Modelo Teórico-Metodológico



Fuente: elaboración propia, 2019

Figura 78. Estudio de los indicadores de la Calidad de Vida en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca



1) Fase Metodológica 1. Construcción del marco teórico sobre la calidad de vida y bienestar de la población en relación con el manejo sustentable de las áreas verdes y la calidad del aire.

Para esta fase se sugiere abordar las siguientes etapas: Identificación de conceptos; categorías en materia; revisión de conceptos con base en diversos autores; Descripción de las categorías; conceptos ad hoc al tema; discusión de categorías y toma de postura en cada una; identificación de programas y estudios de caso en ciudades sustentables y calidad ambiental en el mundo.

2) Fase Metodológica 2. Delimitación y caracterización geográfica del área de estudio con base en la elaboración de la cartografía.

Se sugiere que esta actividad consista en la elección de la escala de análisis espacial; la delimitación del polígono de la ciudad o zona metropolitana, la elección temática cartográfica y de imágenes de satélite, por ejemplo, las cartas de uso de suelo, topográfica, climática, hidrológica y geológica, entre otras, a fin de comprender las relaciones, el potencial y el riesgo e impacto en el área de estudio.

Posteriormente se proceda a la representación gráfica actual de diversas características físico-geográficas en escala 1: 170 000, el conjunto de cartas de análisis utilizadas 1: 50 000 son: la de uso de suelo, topográfica y climática, para explicar la zona de estudio dentro del perímetro de la ciudad y zona metropolitana. Para esta fase se sugiere abordar las siguientes etapas: Aspectos Físico-bióticos; y Características Sociales.

3) Fase Metodológica 3. Diagnóstico sobre las áreas verdes en la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) de la distribución de parques, jardines y camellones urbanos en la Ciudad.

Para la identificación y clasificación espacial de las áreas verdes se recomienda que se emplee una imagen digital tomada por el satélite Sentinel 2, escala del año 2017; que sea geo-referenciada utilizando las Proyecciones Lambert Norte y digitalizadas como polígonos y analizadas mediante el paquete de SIG ArcGis 10.2. Los criterios para determinar dónde se ubica cada uno de los elementos serán los siguientes: Cada espacio con vegetación se considerará como un polígono diferente; igualmente se procederá con la división provocada por otras infraestructuras como calles, banquetas, edificios y elementos naturales como cerros. Se recomienda que el tamaño no se utilice

como característica para descartar; más bien se incluya hasta la unidad mapeable más pequeña.

Para el análisis estadístico es recomendable aplicar la clasificación de (Ortiz; 2014) aplicada y adaptada a este estudio, incluyo seis tipos de áreas verdes, Las tipologías consideradas fueron: 1) senda o camellón.; 2) Parque Urbano.; 3) Unidad Deportiva, 4) Área Verde Privada; 5) Área Natural Protegida, 6) Plazuela 7) Parque de Bolsillo. Se sugiere en un futuro estudio que también sean clasificadas las áreas verdes de acuerdo con el nivel administrativo: estatal, municipal y privada. El área total con áreas verdes y el número de habitantes por localidad perteneciente a la ZMCT permitirán calcular el Índice de Áreas Verdes por Habitante.

Ortiz (2014) menciona que la funcionalidad social en los diferentes tipos de espacios públicos, entre ellos los parques lineales, se puede analizar desde las relaciones que se establecen a través de la espacialidad. Para este tipo de análisis se consideran elementos conceptuales “no asumir el espacio como un simple contenedor de escenarios, sino considerarlo como el ambiente del comportamiento humano, en el que se analiza la categoría del lugar desde la producción social del espacio habitado” (Soja, 1996). Como principio en general se refiere al reconocimiento de la contribución que hacen los parques al bienestar de los ciudadanos (Chiesura, 2004). En este sentido la aceptabilidad de los espacios verdes es un condicionante de la funcionalidad social y, adicionalmente, de los procesos y forma de naturalización y ambientalización (Lindsay, 2003 y Van Herzele y Wideman, 2003). Los mecanismos modernos de planificación requieren la participación activa de las poblaciones. Las actitudes y percepciones de la población deben ser evaluados y ponderados para satisfacer mejor sus expectativas en el potencial de recursos disponibles a escala local.

4) Fase Metodológica 4. Diagnóstico sobre la calidad del aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET) de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana

a) Análisis estadístico de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.

Se sugiere realizar en esta etapa de obtención de la información que se abordó a partir de los datos registrados en las siete estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de Toluca (RAMA Toluca). Las estaciones de la RAMA han sido distribuidas espacialmente en tres zonas: en la zona norte se encuentran las estaciones San Cristóbal Huichochitlán y Aeropuerto; en la zona centro las estaciones activas son Toluca Centro y Oxtotitlán; en la zona sur funcionan las estaciones Metepec, Ceboruco y San Mateo Atenco.

Compilar la información de cinco a diez años, para cinco contaminantes del aire: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) y partículas menores a 10 micras (PM₁₀). Los datos serán codificados y analizados estadísticamente mediante el programa Excel versión 2013, lo que permitirá obtener las medias mensuales, estacionales (verano e invierno) y anuales; para toda la zona y para cada estación de monitoreo.

b) Análisis temporal de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.

Se aconseja representar gráficamente los promedios anuales del contaminante a lo largo de los siete años, para observar las tendencias de concentración del contaminante a lo largo de siete años. Al representar gráficamente las medias mensuales de los meses de diciembre, enero y febrero, contrastadas con los meses de junio, julio y agosto, para cada estación de monitoreo fue posible observar las diferencias en las concentraciones del entre las estaciones de invierno y verano en las diferentes zonas de la zona metropolitana; y la evolución de las diferencias entre el verano y el invierno del contaminante a lo largo de los años. Se hizo un análisis comparativo en este caso entre los años 2011 y 2017 de la concentración del contaminante para cada estación de monitoreo; lo que permitió observar las diferencias observadas espacialmente entre el inicio y el final del periodo estudiado.

c) Análisis espacial de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana.

Se aconseja representar cartográfica a través del software CAD Surfer versión 10, este programa permitirá interpolar isolíneas que muestran la distribución y tendencia de la concentración del contaminante. Inició con la ubicación de las coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo en el mapa base previamente georeferenciado, seguido de la captura en la base de datos de Excel, se tomaron coordenadas X y Y, se ingresarán un valor Z de promedios mensuales, se procesaron los valores en Surfer, aplicando el worksheet, con un nombre de archivo se hizo un “grid” a través de “data” que mediante “map” realizó el “contour map” lo que dio como resultado la interpolación de las isolíneas; así se generó la representación en el mapa base; mediante sobreposición se obtuvieron los mapas de distribución de contaminantes mediante la representación de isolíneas.

5) Fase Metodológica 5. Diagnóstico sobre el grado de marginación en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico del grado de marginación de las localidades.

Se recomienda consultar los datos estadísticos del índice de marginación por localidad en el área de estudio se obtuvieron los datos del catálogo de localidades por municipio de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, publicados por SEDESOL e INEGI de 2010, editados en 2015, mediante un proceso de localización cartográfica se delimito poligonalmente la localidad dentro del límite del área de estudio de la ZMCT, considerando el índice de grado de marginación, con criterios de alto, medio, bajo y muy bajo, mediante el SIG ArcMap 10.2.2 a escala 1: 170 000 se dibujaron los polígonos de estos cuatro municipio, cuya porción se ve reflejada en el límite del contorno en tono rojo y en su contexto interior la distribución y formas de vida del grado de marginación, iniciando en primer lugar con la georreferenciación de la imagen de satélite sentinel 2 acercándolo mediante zoom para realizar shape files poligonales, para representar el grado de marginación.

Además, se sugiere representar gráficamente lo realizado mediante excell de office 2013, con la recopilación de datos población de cada localidad, de acuerdo a la información proporcionada por SEDESOL, se representó el nivel de marginación de los cuatro municipios que son Toluca Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, dentro de la ZMCT, elaborando graficas de pastel de acuerdo al número total por sector y por porcentaje, así también por representación en tablas.

6) Fase Metodológica 6. Evaluación de la correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la Ciudad, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades de la ZMCT.

Se puede apoyar la consulta de los datos estadísticos en las siguientes temáticas, Áreas Verdes, Contaminación atmosférica, índice de marginación por localidad en el área de estudio de la ZMCT de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, mediante el SIG ArcMap 10.2.2 a escala 1: 170 000 se dibujaron los polígonos de estos cuatro municipio, cuya porción se ve reflejada en el límite del contorno en tono rojo y en su contexto interior la distribución y variación del grado de marginación, iniciando en primer lugar con la georreferenciación de la imagen de satélite sentinel 2 acercándolo mediante zoom para realizar shape files poligonales, para representar las áreas verdes, contaminación atmosférica de 2011 a 2017 y el grado de marginación, en la representación se hizo la sobreposición con la correlación de cada temática de acuerdo al tiempo y espacio que se presenta en la ZMCT.

Se recomienda representar las gráficamente datos de población de cada localidad, de acuerdo a la información proporcionada por la Planes municipales de desarrollo, RAMA, SEDESOL, se representaron las áreas verdes, variación de la contaminación atmosférica, y así también el nivel de marginación de los cuatro municipios que son Toluca Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, dentro de la ZMCT, elaborando graficas de pastel de acuerdo al número total por sector y por porcentaje, así también por representación en tablas.

7) Fase Metodológica 7. Diagnóstico Ambiental Integral a partir de las condiciones ambientales de la ZMCT; mediante el Análisis FODA

Posterior mente se recomienda elaborar cuadros FODA que es una sigla que significa Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Es el análisis de variables controlables (las debilidades y fortalezas que son internas de la organización y por lo tanto se puede actuar sobre ellas con mayor facilidad), y de variables no controlables (las oportunidades y amenazas las presenta el contexto y la mayor acción que podemos tomar con respecto a ellas es preverlas y actuar destacando beneficios y adversidades en el caso del bienestar ambiental de la ZMCT.

En tal sentido, el análisis FODA es una herramienta que se utilizó para comprender la situación actual comprendida en el área de estudio de la ciudad de Toluca y zona metropolitana. El objetivo de esta herramienta es plantear un diagnóstico, en función de poder pronosticar y decidir.

De tal manera que los objetivos y las estrategias se establecen con la intención de capitalizar las fuerzas internas y de superar las debilidades. Se utilizaron para desarrollar un plan que tome en consideración muchos y diferentes factores internos y externos para así maximizar el potencial de las fuerzas y oportunidades minimizando así el impacto de las debilidades y amenazas.

8) Fase Metodológica 8. Elaboración de la Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire urbana; mediante el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico (EML)

Se sugiere realizar el análisis de espacios idóneos para las áreas verdes y calidad en el ambiente de la ciudad de Toluca y área conurbada. Exposición de los justificantes de programas ambientales sobresalientes a la calidad del aire en el valle de Toluca. Abordando como principal objetivo el de promover entre la ciudad de Toluca, a través de instrucción ambiental. La necesidad de preservar, conservar, proteger, recuperar, rehabilitar y restaurar el ambiente a partir de acciones, actitudes y conductas en su vida profesional y cotidiana; teniendo como base principios y valores sustentables. Entre otros promover entre la población valores éticos y morales de respeto al entorno y uso racional de los recursos citados, en su espacio urbano, así como en su vida cotidiana.

En esta etapa metodológica se plantea la ciudad y su zona metropolitana como una unidad de análisis clave para entender la lógica de los llamados cinturones verdes. Sus logros radican en la puesta en marcha de políticas que unen planeación y ambiente, y en la habilidad de incorporar a múltiples actores en la toma de decisiones. Se intenta introducir un modelo sustentable en el uso del suelo y se analiza si los cinturones verdes siguen siendo una herramienta viable para controlar la expansión urbana. Al mismo tiempo, la diversidad de actores e intereses socio-políticos obliga a los planificadores negociar y buscar consensos en las decisiones sobre el espacio.

Además de analizar los Planes de Desarrollo Municipal, bibliografía y artículos científicos acordes la investigación, así como programas implementados de carácter gubernamental hacia el ambiente de la ciudad de Toluca, Estado de México, abordando estudios de biodiversidad en el sentido de coadyuvar a la conservación y restauración de ecosistemas a través de acciones como reforestación, forestación y mantenimiento de áreas verdes, y prevención en la variación de la calidad del aire.

En lo que se refiere a las estaciones de monitoreo o a la red automática que es el conjunto de dos o más estaciones automáticas para la medición de contaminantes atmosféricos. Cada estación contiene, diversos equipos, como analizadores automáticos, y monitores o sensores meteorológicos, destinados a monitorear las

concentraciones de uno o más contaminantes del aire y algunos parámetros meteorológicos.

Para reforzar la investigación se aconseja realizar en esta fase determinar cuáles son los problemas que han de resolverse o en su caso, las oportunidades que pueden aprovecharse o en su caso, las oportunidades que pueden aprovecharse. Implica aproximarse a un cierto análisis de la realidad. Se trata de contextualizar y madurar la idea de aquello que puede, se desea y es necesario hacer.

9) Fase Metodológica 9. Elaboración de una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas.

En esta fase se recomienda realizar una propuesta teórico-metodológica que desarrolle en dos etapas, análisis y propuesta; la primera se realiza mediante la reflexión filosófica, teórica y epistemológica de las teorías mencionadas y la revisión de fuentes especializadas sobre métodos aplicados en estudios bajo los enfoques seleccionados, buscando fundamentar la investigación con un enfoque interdisciplinario y dialéctico. Durante la segunda, se diseñan instrumentos dirigidos a conocer la realidad y reconstruir el modelo, en un constante ir y venir entre teoría y práctica, lo que ha permitido realizar inferencias que llevan a un mejor entendimiento del problema detectado; que, en este caso, es la necesidad de construir una metodología que mediante su fundamentación teórica, permita, por medio del turismo armónico, se integren los subsistemas biofísico y antrópico para propiciar el desarrollo local, por medio de los conocimientos vernáculo y racional que lleven al logro de la sustentabilidad de ambos subsistemas.

La propuesta se divide en tres apartados principales, se inicia con el análisis teórico de la ciudad como parte de un sistema complejo, fundamentándolo teóricamente desde la complejidad. En un segundo apartado se revisan y analizan metodologías y métodos que han sido aplicados bajo el enfoque sistémico aplicando el Método Etnográfico, la Planeación Geográfica Integral, la Evaluación de Sustentabilidad y el Enfoque del Marco Lógico, los cuales, al articularse sirven de referencia para integrar el Modelo Teórico-Metodológico propuesto en el tercer apartado. En las conclusiones se destacan las aportaciones y hallazgos, con la intención de que el lector reflexione sobre estos conocimientos, que le permitan elaborar, modificar o en su caso, reestructurar investigaciones futuras.

En la investigación y la propuesta realizada, se recomienda reforzar mediante la estrategia urbana de intervención para proyectar una interrelación armónica entre los sistemas de medio ambiente, entendidos como una superposición de elementos de red que interactúan de manera simultánea ordenando sistemáticamente el territorio. El proceso que se llevó a cabo representando un reto en materia de planificación del territorio físico, en los aspectos institucionales, por la cantidad de actores involucrados

en la gestión, como en los niveles del gobierno y la población residente, que tienen relación directa con la reestructuración que fortalezca y posicione a nivel nacional e internacional la ciudad de Toluca y su zona metropolitana.

3.9 Discusión General:

Las áreas verdes son elemento clave para mantener una buena calidad de vida en las ciudades y favorecer el bienestar de las personas. El contacto con los sitios naturales en la ciudad permitiendo reflexionar, sentir libertad, relajación o reducir el estrés. Por eso, la Organización Mundial de la Salud considera que los espacios verdes urbanos son imprescindibles por los beneficios que aportan en el bienestar físico y emocional. Sin embargo, parte de la ZMCT carece del mínimo de zonas verdes recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), preocupada por la salud pública ha intervenido en el tema de proporción de área verde por habitante, y ha establecido que es necesario que cada ciudad tenga 9 m² de área verde por habitante como el mínimo requerido. Como superficie óptima ha determinado entre 10 y 15 m² por habitante. Comparando esta medida con el ideal, La Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca está por debajo del óptimo. El problema aumenta al observar que la población continúa creciendo y la superficie de área verde se rezaga con respecto a esta tendencia de crecimiento poblacional.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal de Toluca (2013-2015), las áreas verdes son 75; de las cuales 12 son parques, 39 jardines y 24 son áreas abiertas con vegetación. En conjunto cubren una superficie de 1,846,007.11m². Considerando el municipio tiene una población de 819 561 en el 2010. Entonces de acuerdo con este Plan de Desarrollo se tiene un promedio de 2.77 m² de área verde por habitante. Si se compara esta cifra con lo establecido por la norma de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que es de 16 m² de área verde / habitante, se tiene un déficit de más de 8, 819,065.08 m². Por lo anterior, es necesario incrementar el número de estas áreas verdes para ayudar a contrarrestar el efecto de la contaminación, pues estas absorben bióxido de carbono, liberan oxígeno y captan polvo en su follaje; ayudan a mantener el equilibrio del medio ambiente al regular el régimen térmico, la humedad, la velocidad y dirección del viento, al dispersar el ruido; captan el agua de lluvia hacia los mantos acuíferos y; permiten la presencia de fauna como aves,

insectos y roedores, entre otros. Finalmente, para mejorar la imagen urbana de la ciudad de Toluca H. Ayuntamiento, (2018).

Dentro del Plan de Desarrollo Municipal de Toluca, los espacios públicos y áreas verdes para la convivencia. Y se propone evaluar su estado de conservación, a partir del cual se establezca un programa de conservación, restauración y ocupación de estos y su difusión e identificación (Plan Municipal de Desarrollo de Toluca, 2018).

En este estudio El análisis espacial y estadístico de las áreas Verdes en la ZMCT muestra que un mayor número de parques urbanos municipales (106), seguido de sendas municipales (11); la menor proporción la presentan los parques urbanos estatales (5), así como los lineales estatales (6) y de carácter privado (17). Existen (36) unidades deportivas en el área estudiada. El análisis de la superficie ocupada por cada categoría muestra en número las sendas municipales y estatales son mucho menos que los parques urbanos municipales, al ser estos muy pequeños, la superficie total ocupada por ambos tipos de áreas verdes es similar (2,355,871 m² de parques urbanos municipales y 247,818 de sendas municipales y 2,160,593m² de sendas estatales). Los cinco parques estatales ocupan una superficie de 6,534,259 m²; los privados 1,240,673m² y las unidades deportivas 776,364m².

En las referencias estudiadas los datos sobre áreas verdes urbanas se reportan mediante un índice relativo al número de metros cuadrados de áreas verdes por habitante; de acuerdo al INEGI (2010) la población del municipio de Toluca era de 819,561, Metepec con 214,162, Zinacantepec con 167,759 y San Mateo Atenco con 72,579 habitantes; con un total de población para la ZMCT de 1,274,061, lo que genera un Índice de Áreas Verdes por Habitante de 10.4m² por cada habitante, valor que se encuentra en el límite de lo recomendado por la OMS.

Volviendo a retomar de manera representativa la superficie total de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca es de 288, 900,000 m², de los cuales 13, 363,904 m² (4.5 %) están ocupados por áreas verdes. Se observa que en al ZMCT la distribución de las áreas verdes tiende a ubicarse al centro de la ciudad, en cercanía de las calles principales. Se infiere que en el centro de la ciudad de Toluca se ubican los parques y camellones de acuerdo a la traza urbana planeada en décadas anteriores de superficie variada, mientras que hacia el

este y el norte se observan terrenos de cultivo en zonas planas, con uso mixto urbano-agrícola ocupados con vegetación de temporada de la época de verano.

En el Plan Municipal de Desarrollo de Toluca (2018) se plasma un diagnóstico general y análisis del desarrollo del área de estudio que describe el pasado reciente y la situación actual con los objetivos, estrategias y las líneas de acción que orientan la labor del gobierno de acuerdo a los fundamentos del desarrollo sostenible en los municipios que conforma el área de estudio de la ZMCT, establecen sus propias estrategias, objetivos, metas y prioridades.

Considerando a Toluca como el municipio relevante en su porción dentro del área de estudio dentro en su plan Municipal de Desarrollo se tiene en cuenta un listado de las áreas verdes sobresalientes dentro del contexto de la ZMCT pero en el plan no todas las áreas verdes se mencionan, enumeran y clasifican.

En lo que respecta al Plan Municipal de Desarrollo de Metepec (2018) dentro del contexto del área de estudio de la ZMCT las áreas verdes se enlistan las más sobresalientes de acuerdo al equipamiento y recreación, el municipio de Metepec existe una tendencia de crecimiento urbano e inmigración constante, por lo tanto, esto generará una disminución en la calidad de vida, siendo necesario el incremento de estas áreas urbanas y la instalación de áreas verdes.

El Plan Municipal de Desarrollo de San Mateo Atenco (2018) da una descripción generalizada sobre la contaminación y la preservación ecológica de los recursos del municipio, dado que su entorno está en el contexto de la ZMCT, falta vincular una descripción más profunda de las áreas verdes.

Las características que se encuentran en el Plan Municipal de Desarrollo de Zinacantepec (2018) de acuerdo a las temáticas abordadas de las áreas verdes de forma general en cuanto a las áreas naturales en su conservación y aprovechamiento, sin encontrarse una clasificación de las características de las áreas verdes.

En general las características que debe cumplir un plan de desarrollo en materia medio ambiental con el estado físico actual de las áreas verdes: cortes por secciones, dimensiones, pavimentos, camellones, banquetas; infraestructura hidráulica, sanitaria,

eléctrica, alumbrado público; identificación de obra civil y adecuaciones a realizar (delimitación física del corredor, mallas, arbustos, setos, banquetas, guarniciones, rampas, escalones, accesos, instalaciones, construcción de andadores, ciclovías, pérgolas, celosías, mobiliario urbano, postes alumbrado vertical y horizontal, celdas solares, entre otras sugerencias).

Es necesario enfatizar: los espacios públicos (plazas, jardines); espacios libres (sobrantes en calles y cruceros, lotes baldíos, por rehabilitar, por aprovechar); áreas y espacios deportivos; las fortalezas de los espacios para su utilización, de conformidad con usos existentes (escuelas públicas, zonas comerciales; nodos de concentración de actividades; Identificación de grupo de usuario preferencial; y la imagen urbana: diseño “objetivo por corredor de conformidad con su especialización”; propósito del diseño y su intención; se debe priorizar el énfasis de su diseño dirigido hacia un objetivo preciso, manteniendo como premisa el mejoramiento del medio ambiente y el reverdecimiento de la ciudad;

La movilidad urbana adquiere especial relevancia en el diseño será la utilización de las áreas verdes en particular en andadores como una vía de movilidad, para lo cual se construyan ciclopistas y andadores, seguros y confortables (propiciar trayectos protegidos con sombra y alumbrado adecuado); espacios para su resguardo y cruces viales que favorezcan su paso; viabilidad y formas de interconexión con su entorno.

De acuerdo al análisis los diferentes planes de desarrollo de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo y Zinacantepec, muestran una sección de atención al medio ambiente referente a las acciones tomadas en el cuidado, mantenimiento, conservación, restauración y equipamiento clasificando las áreas verdes de acuerdo a las características de ubicación, pero es necesario considerar en los mismos planes de desarrollo, las cualidades generales de cada espacio en cuanto a las características que cumpla un área verde relevante.

Las áreas verdes poseen una influencia sobre el clima en un rango de escalas, desde un árbol individual hasta un bosque urbano en el área urbana completa. Al transpirar agua, alterar las velocidades del viento, sombrear superficies y modificar el almacenamiento e intercambio de calor entre las superficies urbanas, las masas vegetales afectan al clima local y el uso de la energía en edificios, el confort térmico humano y la calidad del aire. A

menudo, una o más influencias climáticas de los árboles tenderán a producir un beneficio, mientras otras influencias contrarrestarán el mismo.

Las plantas absorben gases como el CO₂ a una tasa anual de 6 a 10 toneladas por hectárea y generan 12 a 20 toneladas de oxígeno al año por hectárea de masa vegetal homologable a un bosque natural.

Existe una relación directa entre el tamaño y área de servicio de las áreas verdes. Las áreas verdes de mayor tamaño pueden encontrarse en menor número y más alejadas, en cambio las plazas o pequeñas áreas que se encuentran al interior de los barrios debieran encontrarse a una distancia tal que se pueda acceder en un tiempo no superior a 10 o 15 minutos de caminata (Coles y Bussey, 2000; Handley *et al.*, 2003 en Reyes 2010).

Zielinski *et al.* (2012) mencionan que en los últimos años, ha aumentado la utilización de los techos para cultivar plantas, no sólo por razones estéticas, sino también para mejorar la calidad ambiental del entorno (Li *et al.*, 2010). Las plantas pueden reducir el calor por medio de la reflexión de la radiación solar y la generación de sombra. También pueden disminuir el calor a través del proceso de transpiración, el cual reduce la temperatura dentro y fuera del edificio (Fujii *et al.*, 2005). Finalmente, las plantas pueden mejorar la calidad del aire, removiendo sus contaminantes y atrapando las partículas en sus hojas (Nowak, Crane y Stevens, 2006). De esta manera, los techos verdes logran cada vez más reconocimiento como una tecnología moderna y ecológica para enfrentar el cambio climático y los problemas ambientales más comunes en el medio urbano (Jim y Tsang, 2011).

Zielinski *et al.* (2012) agrega el mejoramiento de la calidad del aire: La contaminación del aire en el ambiente urbano es uno de los problemas de mayor importancia para la salud humana. Los estudios demuestran que la vegetación puede contribuir significativamente a la reducción de la contaminación del aire en las ciudades (Nowak, 2006). La vegetación retiene polvo y partículas contaminantes presentes en el aire por medio de la adhesión (Jun, Yu y Gong, 2008) y gracias al efecto de microclima. Jun Yang *et al.* (2008) demuestran que el nivel anual de retención de los contaminantes del aire en Chicago por hectárea del techo intensivo es de 85kg. En las ciudades más pequeñas este resultado oscila alrededor de 0.2 kg por m² por año (Kuhn y Peck, 2003). Además de filtrar las partículas del aire, las plantas captan CO₂ y liberan oxígeno (Li *et al.*, 2010). La investigación de Li *et al.* (2010) concluyó

que en Hong Kong, en un día soleado, un techo verde extensivo puede reducir la concentración de CO₂ en su entorno hasta en un 2%. Otros estudios reportan un 37% de reducción de dióxido de azufre y una reducción del 21% del ácido nitroso (Yok Tan y Sia, 2005).

Beneficios sociales: Los beneficios sociales incluyen la integración del edificio a entornos naturales, las variadas posibilidades de diseño y la utilización del espacio para descanso y esparcimiento (Ibáñez, 2008). La implantación de sistemas de naturación aumenta la superficie verde en las zonas urbanas y permite utilizar un espacio que actualmente está desaprovechado. Especialmente los techos verdes intensivos presentan un potencial muy alto para áreas altamente urbanizadas. Para un hotel ubicado en el centro de la ciudad, un jardín en el techo es una ventaja competitiva, ya que la vegetación proporciona un espacio verde altamente valorado por los turistas. Además el techo puede ser utilizado como mirador y cafetería (Zielinski *et al.* 2012).

Muchos estudios destacan la importancia de los Servicios Ecosistémicos para contribuir al bienestar de la población, siendo numerosos los estudios realizados sobre la valoración y cuantificación de Servicios Ecosistémicos a escala regional. Sin embargo, pocos estudios abordan esta cuestión desde un punto de vista local, y muchos menos se utilizan como herramientas para la toma de decisiones sobre políticas para conseguir los objetivos de calidad del aire o para la mitigación del cambio climático, así como para evaluar modelos de urbanización más sostenibles.

Porcar, (2019) argumenta aunque la mayoría de estudios sobre servicios ecosistémicos se han realizado a escala regional, seguido de la escala nacional y, en muy menor medida, de las escalas local y global (Haase et al., 2014; Martínez-Harms & Balvanera, 2012; Seppelt, Dormann, Eppink, Lautenbach, & Schmidt, 2011), en los últimos años ha crecido el interés en el estudio de los servicios ecosistémicos suministrados sobre todo en entornos urbanos, ya que su suministro está directamente relacionado con la calidad de vida de los ciudadanos (Larondelle et al., 2014) en zonas donde la demanda de estos servicios es mayor debido a la densidad de población.

La importancia de algunas ecotecias como los techos verdes actúan como filtros pasivos de material particulado en el aire, especialmente si está adyacente a fuentes de

contaminación intensa, sobre todo si se caracterizan por plantas con alta rugosidad cerca de la superficie. Existen evidencias de los beneficios potenciales de la vegetación del techo verde en el control de la contaminación del aire. Los techos verdes son cada vez más reconocidos como inversiones que pueden ayudar a abordar muchos de los desafíos que enfrentan los residentes urbanos; sin embargo, se requiere más investigación sobre aspectos como selección de plantas, desarrollo de sustratos de cultivo mejorados, y calidad del agua de escorrentía (Baraldi, 2018).

Otra interesante propuesta de ecotecnia son los cinturones verdes, a este respecto Alfie (2011) afirma que el corazón Verde ha funcionado como ejemplo importante para varias ciudades. En los Países Bajos, la planeación y el ordenamiento territorial están ligados íntimamente con el cuidado ambiental. El desarrollo de la ciudad compacta y el Corazón Verde constituyen una unidad de análisis clave para entender la lógica de los llamados cinturones verdes. Sus logros radican en la puesta en marcha de políticas que unen planeación y ambiente, y en la habilidad de incorporar a múltiples actores en la toma de decisiones. Cuando la planeación empezó a enfrentar la realidad caótica del crecimiento urbano, los cinturones verdes surgieron como una herramienta de normatividad geográfica para establecer límites naturales a las ciudades, donde áreas urbanas y rurales tendrían que estar separadas y los asentamientos humanos deberían ser equilibrados y espaciados, así lo manifiesta (Alfie, 2011).

La misma autora Alfie, (2011) refiere que para los años 80, los procesos de desregulación y la entrada del neoliberalismo mermó el potencial de los cinturones verdes. Sin embargo, varios países adoptaron nuevas dinámicas de preservación, entre las que destacan los parques, los corredores y las redes de espacios verdes. Desde una óptica abierta, donde el debate ocupa un lugar prioritario, los planificadores han logrado impulsar la idea y la necesidad de espacios verdes que contengan la expansión de las ciudades. Los cinturones verdes dejan de ser lugares sacrosantos, múltiples actores han discutido sobre su potencial económico y habitacional. Algunos de estos cinturones se han utilizado como sitios de recreación, de seguridad alimenticia y de contención del deterioro ambiental.

La disminución de la contaminación antropogénica de vehículos e industriales y las fuentes es un desafío y se vuelve vital explorar todas las alternativas para reducir las

concentraciones de contaminación en las zonas urbanas. Por su bajo impacto ambiental, rentabilidad y respuesta positiva de la comunidad urbana (Escobedo *et al.*, 2008), la vegetación es a menudo considerada como una estrategia de remediación efectiva y factible para la reducción de la concentración de contaminantes y, en consecuencia, protección para la salud (Villeneuve *et al.*, 2012; Gascon *et al.*, 2016 en Baraldi *et al* 2018).

Con referencia a la contaminación en el caso de Toluca, se menciona en el Plan Municipal de Desarrollo (año), que la propuesta es de un mínimo de 5 estaciones. Con el mayor número de estas, para principios del 2010, la RAMA de la ZMVT se renovó contando en la actualidad con 7 estaciones fijas, operando las 24 horas, los 365 días del año, por lo que la generación de datos es constante y en tiempo real. Si bien los datos a representar son de carácter estatal, en el plan de desarrollo no se aborda a detalle la movilidad de la contaminación diaria, mensual o anual para considerar los sucesos que están pasando en el espacio y el tiempo.

Al abordar la contaminación del aire, el Plan Municipal de Desarrollo de Metepec (2018) hace referencia al Programa para Mejorar la Calidad del Aire Valle de Toluca 2012-2017 considerando a una de las estaciones remotas de monitoreo para la medición de los contaminantes presentes en el aire mediante el diagnóstico de contaminación ambiental y el inventario de las fuentes contaminantes se encuentran a cargo del Gobierno del Estado y el Ayuntamiento Municipal la cual se tiene comprometida una acción coordinada, solo de información general sin abordar a detalle la movilidad de los contaminantes atmosféricos.

El Plan Municipal de Desarrollo de San Mateo Atenco (2018) da una descripción generalizada sobre la contaminación y la preservación ecológica de los recursos del municipio, dado que su entorno está en el contexto de la ZMCT, falta vincular una descripción más profunda de las características relativas a la contaminación del aire, vinculadas con la temática del grado de marginación de acuerdo a los niveles socioeconómicos en la distribución y clasificación espacial dentro del municipio.

Las características que se encuentran en el Plan Municipal de Desarrollo de Zinacantepec (2018) de acuerdo a las temáticas abordadas, no se encuentra una clasificación particular de los contaminantes atmosféricos dado que en este sector no existen aún estaciones de monitoreo vinculadas a la RAMA estatal y dentro del contexto del área de estudio en la

ZMCT, por medio la visualización cartográfica incluye la urbanización hacia el crecimiento de la zona en el área de estudio y que a su vez no hay una clasificación respecto al grado de marginación para fines de este estudio.

El grado de marginación está relacionado con la pobreza, como un fenómeno multidimensional que afecta la vida de las personas, niega la igualdad de oportunidades y las excluye de las actividades económicas, sociales y culturales de su comunidad. La pobreza se refleja no sólo en bajos niveles de ingreso, sino también en las precarias condiciones de vida de la población, es decir, en la imposibilidad de acceder a una alimentación adecuada, a servicios educativos, a servicios de salud, a fuentes formales de empleo, a una vivienda digna, a una pensión, entre otros aspectos. Esta situación puede propiciar que las familias y los individuos experimenten por varias generaciones condiciones de pobreza (CONEVAL, 2014).

La mayoría de los estudios sobre medición y análisis de la pobreza ha estado basada en una perspectiva unidimensional, la cual utilizaba el ingreso como una aproximación del bienestar económico de la población. Con esta perspectiva, la identificación de la población en pobreza se realiza de manera indirecta, es decir, se contrasta el ingreso de las personas con una línea de pobreza que permite valorar si dicho ingreso es insuficiente para satisfacer sus necesidades y, por ende, determinar si la persona es pobre o no.

(CONEVAL, 2014) Identifica a los pobres como las personas que tienen tanto una calidad de vida baja como un ingreso insuficiente. Por medio de dos ejes establece, por una parte, un índice de privación que evalúa la calidad de vida (eje vertical) y por otra parte, los recursos económicos medidos por el ingreso (eje horizontal). La calidad de vida puede incluir las condiciones tanto materiales como sociales en las que viven las personas y su participación en la vida económica, social, cultural y política del país o sociedad en la que habitan.

Las mediciones de pobreza basadas solamente en medidas monetarias pueden conducir al juicio limitado de superación de la pobreza, cuando en la realidad persiste una población con privaciones en los aspectos no monetarios del bienestar.

CONEVAL (2014) agrega que recupera la medición de pobreza a partir de sus ingresos por medio del espacio de bienestar y, por otra, considera el espacio de los derechos sociales en el cual se emplean indicadores de carencia social relacionados con privaciones en educación, salud, seguridad social, vivienda y alimentación. Lo que se refleja en las carencias sociales: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación. Por ejemplo, las variables acceso al agua, tipo de drenaje y el combustible que se usa para cocinar son ordinales y por tanto, se pueden dividir en dos, la parte que está por debajo del umbral (que identifica a los carentes) y la que empieza en el umbral (la parte superior de la variable) donde se ubican los no carentes.

Debe notarse que la marginación es un fenómeno que afecta a las localidades y no necesariamente a las personas que viven en ellas. En efecto, una localidad puede ser de muy alta marginación, pero algunos de sus habitantes pueden ser alfabetos, vivir en viviendas con agua entubada, energía eléctrica, piso firme, bajo índice de hacinamiento y ganar un ingreso suficiente como para no ser considerados al margen del desarrollo (Cortés, 2006).

La marginalidad se caracteriza por una completa falta de participación del marginal en la sociedad global falta de participación contributiva, por cuanto no tiene posibilidades de influir en las decisiones colectivas, y falta de participación receptiva, en cuanto queda excluido de los beneficios que la sociedad global distribuye. No oye ni es oído. Por no tener acceso a las fuentes del poder, tampoco tiene acceso a los frutos de la riqueza social (Portes, 2014).

La causa y cura del fenómeno de la marginalidad no se da a nivel de diferencias cualitativas entre el hombre “integrado” y el hombre “marginal” sino a nivel de las diferencias cuantitativas en la estructura de oportunidades ocupacionales, educacionales y habitacionales entre ambos, será últimamente a través de la vía ocupacional y de otras vías estructurales como se producirá la asimilación de grupos marginados al sistema social urbano (Portes, 2014).

Es prudente resaltar que una condición necesaria para no sufrir retrocesos en el combate a la marginación, es el establecimiento de una política social cuya realización no dependa del

gobierno en turno; sino que los recursos presupuestarios estén garantizados en términos reales y la evaluación de los programas y acciones que la componen se realicen más *in situ* y menos en gabinete como un ejercicio independiente del Ejecutivo, todo ello con el objetivo de reducir la marginación en la presente década (Bracamontes y Camberos 2011).

Galicia, (2018) indica que en este sentido, se puede decir que la polémica noción de exclusión social, y la no menos polémica noción estructural de marginalidad, describen las restricciones de la demanda de mano de obra que presenta el mercado de trabajo urbano, que en el caso latinoamericano ya existían en la década de los sesenta y que se han agudizado hoy, y que en las sociedades desarrolladas, en cambio, se despliegan como consecuencia del debilitamiento de la sociedad salarial y del Estado de bienestar.

La posición teórica crítica considera que la “marginalidad” se origina en la estructura de relaciones entre capital y trabajo como resultado de la desigual distribución de la riqueza. Por lo tanto la “marginalidad” es una consecuencia lógica del sistema capitalista mundial que afecta de manera contundente a los países dependientes, en la medida que favorece la concentración de poder y riqueza en manos del capital y, deja a una parte creciente de la población fuera del empleo estable y la protección social (Galicia, 2018).

La marginación es un fenómeno que en la actualidad sigue afectando a una gran parte de la sociedad no solo a nivel nacional, sino a nivel mundial. Se deriva de una condición de pobreza, lo cual implica a estar al margen de un conjunto de opciones sociales, donde la población marginada no disfruta de bienes y servicios esenciales para desarrollar sus capacidades básicas como es el caso de acceso a la educación, la residencia en viviendas adecuadas y la percepción de ingresos monetarios suficientes (García, 2018).

El aumento de los problemas de desigualdad exclusión o de vulnerabilidad, conducen a la condición de marginación donde algunos grupos y sectores sociales son discriminados dentro de la población de un lugar, es importante resaltar que no son problemáticas puntuales ni espontáneas, sino que son el resultado de causas estructurales. Los procesos que modelan esta problemática social y económica satisfacen una estructura precaria de oportunidades sociales para los ciudadanos, además de estar expuestos a privaciones, riesgos o vulnerabilidades (García, 2018).

Desde un nuevo enfoque la marginación, la pobreza y la injusticia social, se visualiza la oportunidad que tienen los habitantes de las ciudades de tener acceso a las áreas verdes públicas, y a las oportunidades de sana recreación, convivencia familiar y social; así como el solaz y esparcimiento que sólo estos espacios ajardinados ofrecen.

Lota, (2013) indica que las áreas verdes y la contaminación dependen del crecimiento de las ciudades que constituye un campo de investigaciones de la historia urbana. A medida que aumenta la población en las ciudades, las necesidades de habitación, equipamientos y servicios generan transformaciones físicas muy importantes. Estos modelos de crecimiento pueden ser espontáneos u organizados.

Las ciudades desempeñan un papel central en el proceso de desarrollo. Son, en general, lugares productivos que hacen un aporte importante al crecimiento económico de la nación. Sin embargo, el proceso de crecimiento urbano acarrea a menudo un deterioro de las condiciones ambientales circundantes. Como lugar de crecimiento demográfico, actividad comercial e industrial, las ciudades concentran el uso de energía y recursos y la generación de residuos al punto de que los sistemas tanto artificiales como naturales se sobrecargan y las capacidades para manejarlos se ven abrumadas. Esta situación se empeora con el rápido crecimiento demográfico de las urbes.

Lota, (2013) menciona que respecto a los daños o costos ambientales resultantes ponen en peligro la futura productividad de las ciudades y la salud y calidad de vida de sus ciudadanos. Las ciudades se han convertido en las principales zonas rojas ambientales que requieren urgentemente de atención especial en las evaluaciones ambientales regionales y de proyecto y en la planificación y administración ambiental a escala regional metropolitana.

Del mismo modo se indica que calidad de vida es un concepto utilizado para evaluar el bienestar social general de individuos y sociedades. Los indicadores de calidad de vida incluyen no solo elementos de riqueza y empleo sino también de entorno físico y arquitectónico, salud física y mental, educación, ocio y pertenencia a grupos, pero hay muchas veces que en la calidad de vida influyen enfermedades que no son habituales.

Romero, (2010) señala que la totalidad de las metrópolis y ciudades han experimentado un acelerado proceso de crecimiento espacial durante las últimas décadas, que ha significado

sustituir usos y coberturas de suelos naturales y agrícolas por superficies urbanas, lo que ha derivado en la conformación de islas de calor, humedad y ventilación, así como en elevadas concentraciones de contaminantes atmosféricos, cuya cantidad y especificidad depende de factores geográficos, climáticos y de la presencia de fuentes productoras de gases y sustancias químicas que alteran la composición del aire.

El aumento en la demanda de energía en las áreas urbanas, causado por la actividad industrial, el uso de vehículos (tamaño del parque automotriz), las calefacciones y otras actividades humanas, favorecen el aumento de la contaminación ambiental, causada por las emisiones de material particulado de diferentes tamaños y de gases como el dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂) y ozono (O₃), entre muchos otros. El ozono troposférico es un contaminante secundario que consiste en una transformación fotoquímica de los NO_x bajo condiciones de alta insolación, por lo que sus altas concentraciones se localizan especialmente en ciudades de latitudes subtropicales donde predominan las altas presiones y los cielos despejados. Uno de los contaminantes relevantes por sus características como lo es el de PM₁₀ determina el estado de la contaminación atmosférica de las ciudades y sus concentraciones han sido correlacionadas con la ocurrencia de enfermedades y muertes, causadas especialmente por problemas respiratorios y cardiovasculares.

Romero, (2010) indica que la relación entre climas urbanos y contaminación atmosférica es aún poco conocida. Ello se debe en parte a que los estudios sobre contaminación se han concentrado en el comportamiento físico y químico de la atmósfera y de sus fuentes fijas y móviles, la contaminación no ha sido considerada un problema ambiental asociado a las condiciones urbanas, en parte debido a los enfoques disciplinarios prevaecientes y en parte como consecuencia de la información disponible. La red de estaciones de monitoreo de la contaminación atmosférica de que dispone la ciudad ha sido localizada para representar la condición de grandes áreas, determinando en forma arbitraria un área circular de influencia en torno a las estaciones, que desconoce completamente los tipos de usos y coberturas de suelos que conforman las áreas urbanas y la localización de fuentes móviles o fijas de contaminantes específicos.

Sobre esta misma temática de la contaminación y áreas verdes mencionada por De Carvalho (2018) da la importancia a los árboles y las áreas verdes para la salud ambiental va más allá del bosque su preservación que infringe los límites de las ciudades. Algunos estudios vinculan al ecosistema en servicios a áreas urbanas que han identificado el papel significativo del bosque urbano, árboles o vegetación urbana para la prestación de servicios ecosistémicos vitales, por lo tanto, el papel de los árboles es que se extendían desde el bosque hasta la ciudad.

En la situación actual de la ZMCT desde la parte central determina la estructuración de la ciudad con su periferia conformando la estructura urbana de los municipios en el contexto del área de estudio, si bien su modelo es de forma radial específicamente en la ciudad de Toluca con el anillo concéntrico que define el paseo Tollocan rodeando al centro de la localidad se ha determinado un proceso fragmentado, disperso y polinuclear, hacia los pueblos típicos de la periferia que convergen en el centro de esta. Este patrón se ve favorecido por las obras de infraestructura y equipamiento regional ya existentes. El eje principal es el centro de la ciudad; de allí se desprenden calles a varias direcciones en forma de radio.

Si bien la forma radial indica focalidad o concurrencia hacia cierto punto convergiendo las vías en él y presenta crecimiento con vialidades periféricas o circulares. Utilizado cuando se organiza la ciudad en torno a un punto central. Las calles se disponen en forma de círculos concéntricos, la ciudad se ordena a partir de este punto central desde donde se proyectan calles, que comunican el centro de la ciudad con el exterior de la periferia.

CONCLUSIONES

En las siguientes conclusiones se destacan las aportaciones y hallazgos, con la intención de que el lector reflexione sobre estos conocimientos, que le permitan elaborar, modificar o en su caso, reestructurar investigaciones futuras, que tienen relación directa con la reestructuración que fortalezca y posicione a nivel nacional e internacional la ciudad de Toluca y su zona metropolitana.

El trabajo de investigación consistió en realizar una serie de procesos de problemática de los escasos de áreas verdes en el área de estudio lo que se refleja en otra problemática de la contaminación atmosférica y del creciente urbanización y con ello asuntos de marginación en donde las problemáticas características de esta investigación destacan una interrelación para la baja calidad en algunos sectores y el bienestar de la población debe contenerse con una propuesta que aporte las condiciones ideales y la calidad en los habitantes, a través del soluciones como las condiciones óptimas de las áreas verdes por mencionar los parques y jardines de la ZMCT.

De igual manera en la disminución gradual de la contaminación del aire mediante acciones que estén relacionadas con el uso alternativo de formas de movilidad eficientes y que estén de acuerdo en mejorar el ambiente y la imagen de la metrópoli, entre otras condiciones que la población considere para beneficio en su calidad de vida e acuerdo a los servicios básicos indispensables que los gobiernos proporcionen, ya que de acuerdo a modelos de ciudades desarrolladas las condiciones de vida son mejores de acuerdo a la participación social y a la organización en que su infraestructura es adecuada para brindar suficientes áreas verdes y racionalidad de sus recursos que vinculan a estas ciudades en una cultura de sustentabilidad y cuidado ambiental, siendo así cuidadas inteligentes y destacas, como en el caso de algunas ciudades de Europa y que en América Latina se puede implementar algunos paradigmas exitosos.

La construcción del marco teórico sobre la calidad de vida y bienestar de la población con relación al manejo sustentable de las áreas verdes y la calidad del aire se logró con la

consulta de información bibliográfica, artículos científicos de diversos autores de acuerdo al tema de investigación en relación con las ciudades sustentables respecto a las cualidades de las áreas verdes, contaminación atmosférica y grado de marginación de un área determinada.

La delimitación y caracterización geográfica del área de estudio con base en la elaboración de la cartografía fue necesaria para el análisis, mediante cartografía automatizada con el procesamiento de imágenes satelitales de tal manera que se ubiquen aspectos referentes a las áreas verdes, contaminación atmosférica y grado de marginación para comprender el área de estudio con la finalidad de identificar las condiciones de la superficie y proporcionar una solución. Mediante una proyección a diversas escalas graficas en los mapas.

El diagnóstico sobre las áreas verdes en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico (AEE) de la distribución de parques, jardines y camellones urbanos en la Ciudad permitió la localización, dibujo representativo de las áreas verdes, contaminantes atmosféricos y grado de marginación que se proyectan en la cartografía de manera digital empleando un SIG que en este caso se digitalizo con Arc Gis versión 10.2 para representar polígonos de las áreas verdes, de acuerdo a su clasificación.

El diagnóstico sobre la calidad del aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basado en el análisis espacial, estadístico y temporal (AEET) de la distribución de los contaminantes atmosféricos en la zona urbana, fue posible mediante la recopilación de información estadística sobre los contaminantes atmosféricos a través de información proporcionada por la RAMA de la Secretaría del Medio Ambiente de las estaciones de monitoreo de los contaminantes atmosféricos de relevancia para cinco contaminantes del aire: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) y partículas menores a 10 micras (PM₁₀). Determinando el estudio en un lapso de tiempo a través de office Excel versión 2013 de la cual se obtuvieron gráficos representando las estaciones del año de invierno y verano, al igual que en win surfer 10 modeló las isolíneas en la distribución y movimiento de los contaminantes en la superficie representado en mapas.

El diagnóstico sobre el grado de marginación en la ZMCT, basado en el análisis espacial y estadístico del grado de marginación de las localidades se logró a partir de la obtención de información estadística del grado de marginación con criterios de alto, medio, bajo y muy bajo obtenida en los censos de población y vivienda que proporciona el INEGI con una cantidad procesada por SEDESOL de las localidades del área de estudio y que se retoman para la ZMCT en el contexto de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec y que se representó mediante cartografía en polígonos de los diferentes grados de marginación social.

La evaluación de la correlación espacial, estadística y temporal entre la calidad del aire en la Ciudad, la presencia de áreas verdes y el grado de marginación de las localidades de la ZMCT permitió la correlación de los análisis temáticos sobre: áreas verdes, contaminación atmosférica e índice de marginación por localidad en el área de estudio de la ZMCT de los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec, mediante el SIG ArcMap 10.2.2 a escala 1: 170 000 se dibujaron los polígonos de estos cuatro municipio, cuya porción se ve reflejada en el límite del contorno en tono rojo y en su contexto interior la distribución y variación del grado de marginación, para realizar shapefile poligonales, para representar las áreas verdes, contaminación atmosférica de 2011 a 2017 y el grado de marginación, en la representación se hizo la sobreposición con la correlación de cada temática de acuerdo al tiempo y espacio que se presenta en la ZMCT.

El Diagnóstico Ambiental Integral a partir de las condiciones ambientales de la ZMCT; mediante el Análisis FODA permitió a través de elaboración de matrices FODA identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas ambientales y sociales en al ZMCT. Se concluye que el análisis de variables controlables (las debilidades y fortalezas que son internas de la organización y por lo tanto se puede actuar sobre ellas con mayor facilidad), y de variables no controlables (las oportunidades y amenazas las presenta el contexto y la mayor acción que podemos tomar con respecto a ellas es preverlas y actuar destacando beneficios y adversidades en el caso del que se utilizó para comprender la situación actual comprendida en el área de estudio de bienestar ambiental de la ciudad de Toluca. En este sentido, el análisis FODA es una herramienta la ciudad de Toluca y zona metropolitana. El

objetivo de esta herramienta fue plantear un diagnóstico, en función de poder pronosticar y decidir.

La Propuesta de Calidad de Vida Urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, basada en las áreas verdes y calidad del aire urbana; mediante el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico (EML) se aplicó con el propósito de integrar las estrategias que minimicen los problemas ambientales mediante la utilización de 1) los árboles de problemas, 2) los árboles de objetivos y 3) el diseño de la matriz de planificación. Incluye aspectos prospectivos y propositivos. Las fuentes utilizadas para la identificación y construcción de los árboles de problemas fueron: el instrumento de investigación aplicado, los indicadores, el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI) y el trabajo de campo.

La elaboración de una propuesta teórico-metodológica para el estudio de la calidad de vida urbana en Zonas Metropolitanas, como etapa final se obtuvo dividida en tres apartados principales, se inicia con el análisis teórico de la ciudad como parte de un sistema complejo, fundamentándolo teóricamente desde la complejidad. Se indica nuevamente en un segundo apartado la revisión, análisis metodológico de métodos que han sido aplicados bajo el enfoque sistémico aplicando el Método Etnográfico, la Planeación Geográfica Integral, la Evaluación de Sustentabilidad y el Enfoque del Marco Lógico, los cuales, al articularse, sirven de referencia para integrar el Modelo Teórico-Metodológico propuesto en el tercer apartado.

RECOMENDACIONES

A través del trabajo de investigación es importante proporcionar elementos de cómo se puede integrar la investigación con elementos principales a partir de las áreas verdes, la contaminación atmosférica, y el índice de marginación, estos elementos darán resultados de lo que se pretende buscar con factores o condiciones atípicas en referencia de los contaminantes, escasas de áreas verdes y sobrepoblación en la zona urbana, con esta temática se hizo el diagnóstico, con énfasis en las estaciones de invierno y verano de los extremos de los años a estudiar (2011 y 2017) con el distribución de los contaminantes (CO, NO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}) cabe mencionar que el SO₂ no se consideró en este periodo dado que los resultados obtenidos no consideraba una serie completa en su registro para su interpretación.

Pero que en futuros estudios este contaminantes es muy relevante para hacer sus respectivas interpretaciones y consideraciones junto a los otros contaminantes, además de que se puede hacer un proceso más detallado con las condiciones de acuerdo a los Índices Metropolitanos de la calidad del aire, en la que se puede representar mediante el intervalo de puntos de calidad del aire, ya que en esta ocasión se hace referencia las partes por millón, que es importante hacer esa referencia incluso de manera puntual donde se hayan las estaciones de monitoreo ya que su cobertura de registro de los contaminantes es de dos kilómetros de diámetro, además de las condiciones eventuales de las fuentes fijas y móviles, además de los fenómenos meteorológicos, por lo tanto en las áreas verdes juegan un papel importante en la contención de alguno de estos contaminantes.

Sobre todo, para el bienestar de la población, en que el grado de marginación se conjuga con el bienestar ya que al haber habitantes con un nivel de vida socioeconómico estable existen mejores condiciones para el cuidado ambiental. Mientras que un sector de bajo nivel socioeconómico existe pocas condiciones de mantener un medio ambiente saludable y de inocuidad, es así que se debe hacer un análisis más profundo en campo y en donde se pueden aplicar otros estudios como la herramienta de la encuesta y la evidencia para corroborar este fenómeno que se interrelaciona con las áreas verdes, contaminantes

atmosféricos y el grado de marginación, además de otros elementos como vinculen a la problemática como lo sería los desechos sólidos y la contaminación de los cuerpos de agua, entre otros argumentos que lleven a investigar las condiciones ambientales de las metrópolis y que se ha hecho en calidad ambiental de diferentes ciudades en el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar A. G. 2002. *Las mega-ciudades y las periferias expandidas*. Ampliando el concepto en Ciudad de México. Instituto de Geografía, UNAM. Santiago de Chile, Revista EURE (Vol. XXVIII, N° 85), pp. 121-149.

Aguilar A. G. 2011. *Diferenciación sociodemográfica del espacio urbano de la Ciudad de México*, D.F, México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, EURE (Santiago) vol.37 no.110. doi.org/10.4067/S0250-71612011000100001

Alcántara M. G. 2008. *La definición de salud de la Organización Mundial de la Salud y la interdisciplinariedad Sapiens*, Caracas, Venezuela: Revista Universitaria de Investigación, Universidad Pedagógica Experimental Libertador. vol. 9, núm. 1, pp. 93-107.

Aldunate E., Córdoba J. 2011. *Formulación de proyectos bajo la metodología, Marco Lógico*, CEPAL, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planeación Económica y Social ILPES,

Alfaro C., Milena; Badilla S., Miranda G. 2012. *Hacia La Transdisciplinariedad en la Docencia en la Universidad de Costa Rica*, Revista Electrónica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica "Actualidades Investigativas en Educación", vol. 12, núm. 1, pp. 1-37.

Arango S. 2012, *Espacios públicos lineales en las ciudades latinoamericanas*, Linear public spaces in Latin-American cities, Université De Paris, XII (Paris-Val-De-Marne). Posdoctorado en Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. Arquitectura, Universidad de Los Andes, Revista nodo N° 14, Vol. 7, Año 7.

Ardila R. 2003. *Calidad de vida: una definición integradora* Revista Latinoamericana de Psicología, Bogotá, Colombia: Fundación Universitaria Konrad Lorenz. vol. 35, núm. 2, pp. 161-164.

Arias R. C., Carreño N. M. C., Catumba R. C., Duque G. L., Manrique C., García S. M., Castellanos, 2016. *Semillero de Investigación Praxis Urbana Construcción de espacios comunes y colectivos: aportes conceptuales al territorio urbano*, Bogotá, Colombia: Revista

Bitácora Urbano Territorial, Universidad Nacional de Colombia. vol.26, n.1, pp.9-22.
doi.org/10.15446/bitacora.v26n1.58028

Armas Q. F. X., Macía A. X. C. 2017., *Reflexiones Acerca de la Delimitación y Definición del Medio Rural, Diseño de un Índice de Ruralidad Para Galicia*, Santiago de Compostela, España: Centro de Estudios Geográficos. pp. 85 -101. doi: 10.18055/Finis9955

Arranz L. A., Calvo P. J. L., López E. C., 2012. *Sostenibilidad urbana y medioambiental*, Zaragoza, España: Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza, Cuaderno No. 21.

Aubréville, A.M. 1965. *Conferencias Sobre Ecología Forestal Tropical*, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Costa Rica: Biblioteca Conmemorativa Orton, Turrialba.

Ayuntamiento de Madrid, 2000, *Criterios para una jardinería sostenible en la ciudad de Madrid*, Madrid, España: Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad, Ayuntamiento de Madrid.

Baldi L. G.; García Q. E. 2005. *Calidad de vida y medio ambiente. La psicología ambiental Universidades*, San Luis, Argentina: Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, Universidad Nacional de San Luis.

Ballesteros H. Verde J. Costabel M. Sangiovanni R. Dutra I, Rundie D. Cavaleri F. Bazán L. *Análisis Foda (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)*, 2010 Revista Uruguay de Enfermería, noviembre, 5 (2): 8-17.

Ballesteros O. J. F., Morata C. A. A., 2001. *Norma Para la Clasificación de los Espacios Verdes*, Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

Baraldi R., Neri L., Costa F., Facini O., Rapparini F., Carriero G., 2018. *Ecophysiological and micromorphological characterization of green roof vegetation for urban mitigation*, Bologna, Italy: Institute of Biometeorology-National Research Council.
doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.002

Bascuñán W., Francisco, Walker F., Paz; M. Freitas J., 2007. *Modelo de cálculo de áreas verdes en planificación urbana desde la densidad habitacional*, Concepción, Chile: Universidad de la Serena, Ministerio de Educación. vol. 10, núm. 15, pp. 97-101.

Bocco G., Urquijo S. P. 2013. *Geografía Ambiental, Reflexiones Teóricas y Práctica Institucional*, Distrito Federal, México: El Colegio de Sonora, Universidad Nacional Autónoma de México. vol.25.

Bordeiras U. María del P., Martín R. E. 2011. *Medio Ambiente Urbano, Unidad Didáctica, Ciencias Ambientales*, Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Bosque M. J. 2008. *Hacia un Nuevo Modelo de Ciudad*. Anuario de la Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Vegueta. No. 10.

Bracamontes N. J. y Camberos C. M., 2006. *Marginación y políticas de desarrollo social: Un análisis regional para Sonora*, Hermosillo Sonora, México: Centro de Investigación en Investigación y Desarrollo. vol.38, n.149, pp.113-135.

Bracamontes N. J. y Camberos C. M. 2011. *La pobreza en México y sus regiones: un análisis de impacto del programa Oportunidades en el periodo 2002–2006*, Toluca, México, SciElo, Pap. poblac vol.17 no.67, <http://www.scielo.org.mx/scielo.php>

Bravo, J. L.; Nava, M. M.; Muhlia A., 2000. *Relaciones entre la magnitud del valor máximo de ozono, la radiación solar y la temperatura ambiente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, Distrito Federal, México: Revista Internacional de Contaminación Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. vol. 16, núm. 2, pp. 45-54.

Breman B., Breman B., Vihinen H., M.L., Bistrom T., Pinto M., Correia T. (2010), *Meeting The Challenge Of Marginalization Processes At The Periphery Of Europe*, Malden, USA: Blackwell Publishing Ltd. doi.org/10.1111/j.1467-9299.2010.01834.x

Bureau Veritas, 2008. *Formación, Manual para la Formación en Medio Ambiente*, 1ª ed. Valladolid, España: Lex Nova.

Buzai G. D. 2014. *Análisis exploratorio de datos espaciales en el estudio de la relación entre el mapa social y la salud en la ciudad de Luján*, Argentina. Rev. Goe. Sur 5 (8), 11-23.

Buzai G. D. 2014. *El Mapa Social de la Ciudad de Luján Modelo Socioespacial Basado en Cluster Analysis. 2010*. Tiempo y Espacio. Universidad del Bío-Bío Chillán, Chile. buzai@uolsinectis.com.ar / www.gesig-proeg.com.ar.

Buzai, G. D. 2003. *Mapas Sociales Urbanos*, Buenos Aires. Lugar Editorial, Buenos Aires, 1ª ed.

Cárdenas T. F., 2000. *Desarrollo sostenible en los Andes de Colombia: Provincias del Norte*, Bogotá, 1ª ed. Colombia: Fundación Cultural Joveriana de Artes Gráficas.

Carmona L. M. del C., 2000. *Derechos en Relación con el Medio Ambiente, Instituto de Investigaciones Jurídicas*, 2ª ed. D.F. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Campos G. I., 2000. *Saneamiento Ambiental*, 1ª ed. San José de Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia, 225p.

Campos V., M., Toscana A. A., Campos A. J., 2015. *Riesgos Socionaturales: vulnerabilidad Socioeconómica, Justicia Ambiental y Justicia espacial*, Bogotá Colombia: Cuadernos de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. doi: dx.doi.org/10.15446/rcdg.v24n2.50207

Capotorti G., Alós O. M. M., Copiz R., Fusaro L., Mollo, B. Salvatori E., Zavattoni L., 2017. *Biodiversity and ecosystem services in urban green infrastructure planning: A case study from the metropolitan area of Rome (Italy)*, Urban Forestry and Urban Greening, Rome, Italy: Department of Environmental Biology, Sapienza University of Rome. P 87-96. doi: doi.org/10.1016/j.ufug.2017.12.014

Celsi C. E., y Giussani, L. M. 2019. *Geographical distribution and habitat characterization of Poa schizantha (Poaceae), a narrow endemic of the coastal sand dunes of the southern Pampas, Argentina*: Botanical Journal of the Linnean Society. pp 296–313. doi: [org/10.1093/botlinnean/boz069](https://doi.org/10.1093/botlinnean/boz069)

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (CEPAL-PNUMA), 2002, *La sostenibilidad del desarrollo en*

América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades, Santiago de Chile, <https://www.cepal.org/rio20/tpl/docs/5.DesSost.Julio2002.pdf>.

Cerda T. Marmolejo J., Duarte C., 2010. *De la accesibilidad a la funcionalidad del territorio: una nueva dimensión para entender la estructura urbano-residencial de las áreas metropolitanas de Santiago (Chile) y Barcelona (España)*, Cataluña de España: Universidad Politécnica de Cataluña. pp. 5-27. doi.org/10.4067/S0718-34022010000200001

Chavarría A. O. 2018. *Esbozo con perspectiva geográfica de los estudios sobre la ciudad, el espacio y las cuestiones urbano-regionales en América Latina*. Rio de Janeiro, SciELO Libros. doi: 10.7476/9788575114995.0013.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (CONEVAL) 2014. *Medición Multidimensional de la Pobreza en México*. El Trimestre Económico, vol. LXXXI (1), núm. 321, Fondo de Cultura Económica pp. 5-42, Distrito Federal, México.

Consejo Estatal de Población COESPO, 2010. *Diagnóstico Sociodemográfico del Municipio de Toluca*, Gobierno del Estado de México, <https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files>.

Consejo Nacional de Población CONAPO, 2016. *El concepto y las dimensiones de la marginación*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social 1ª ed. México, DF, <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015>.

Consejo Nacional de Población CONAPO 2016. *La marginación en los municipios*, <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015>.

Cortés F., 2006. *Consideraciones sobre la marginación, la marginalidad, marginalidad económica y exclusión social*, D.F México: El Colegio de México. pp. 71-84.

Czerny M. 1984. *The System Of Cities in Latin America: Warsaw, Poland*, Miscellanea Geographica.

Czerny A. and Czerny M., 2014. *Suburbanization or Chaotic Encroachment upon Agricultural Land within Poland's Small and Medium-sized Towns, as Exemplified by Puławy*, Lublin, Poland: University of Warsaw.

De Carvalho, R. M., Szlafsztein C. F., 2018. *Urban vegetation loss and ecosystem services: The influence on climate regulation and noise and air pollution*, Florida E.U: Department of Geography, University of Florida. pp 844-852. doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.114

De Gregorio H. S. 2015. *Políticas Urbanas de la Unión Europea Desde la Perspectiva de la Planificación Colaborativa*, Instituto Juan de Herrera, San Francisco de Sales 1, Madrid, Año VIII, Núm. 98, 74.

Díaz H C. wordpress.com. 2012. *Las ciudades sustentables opción para el desarrollo ITESM*, Ciudad de México. <https://negociosverdestec.wordpress.com/2012/08/31/las-ciudades-sustentables-opcion-para-el-desarrollo>.

Díaz L. 2005. *Análisis y Planeamiento*, con aplicaciones a la organización policial. San José de Costa Rica, EUNED, 264p. <https://books.google.com.mx/books>.

Espinosa G. A., 2012. *La Justicia Ambiental, Hacia la Igualdad en el Disfrute del Derecho a un Medio Ambiente Sano*, Barcelona España: Universitas, Revista de Filosofía, Derecho y Política. p. 51-77.

Fernández T. J. 2016. *Ciudadanía y desarrollo en las ciudades del siglo XXI: ¿polis y civitas o sólo urbs?*, México, SciELO, Andamios vol.13 no.32. www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632016000300131

Flores X. R., 2012. *Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas*, El Colegio de Tlaxcala, Baja California, México: Colegio de la Frontera Norte A.C. vol.24 no.48.

Fuentes Y. M. 2015. *Red de Parques y Bosques Urbanos, Subsecretaría de Recursos Naturales*, www.sema.gob.mx/SRN-CON-REDPARQUES-INDEX.

Galicia G. 2018. *Exclusión social, un análisis conceptual*, Escuela de Trabajo Social, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://168.234.75.179/index>.

Gaspar J. y Glaeser E. 1996. *Information and the future of cities*, Massachusetts, National Bureau of economic Reserch, Harvard University.

García A. E. 1964. *Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*, D. F. México, Instituto de Geografía, UNAM, 1ª ed.

García C. R., 2009. *Crecimiento Urbano y el Modelo de Ciudad*, Departamento de Medio Ambiente y Vivienda. Generalitat de Catalunya, Plaza España, https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11343/01_PROCEEDINGS_M1_04_0018.pdf

García R., 2006. *Sistemas Complejos conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, 1ª ed. Barcelona, España: Gedisa.

García Y. S., 2018, *La marginación en tres localidades urbanas del municipio de Metepec, Estado de México*, Lerma, México: Tecnogestión una mirada al ambiente, Vol 15. Núm. 1 Universidad Autónoma Metropolitana. doi.org/10.14483/23462531.13913.

Giménez F. P. 2010. *Sobre las repercusiones ambientales de las transformaciones del paisaje: Oportunidades para la geografía histórica Investigaciones Geográficas*, Alicante, España: Universidad de Alicante. núm. 53, pp. 219-230.

Gobierno del Estado de México, 2017. *Programa Para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca 2012-2017 (PROAIRE)*, Toluca, México: Secretaría del Medio Ambiente.

Gómez D. V. del R. 2019. *Lineamientos de Localización Para un Sistema de Áreas Verdes Urbanas en Arequipa Metropolitana*, Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín. url: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9597>

Gómez G. A. 2013. *Localización y acceso al verde urbano de la Ciudad de Salamanca*, Salamanca, España: Departamento de Geografía. No.63.

Gómez M. F. J., Artíñano, B., Ramiro E. D., Barreiro, M., Núñez, L., Coz E., Borge, R. 2019, *Urban vegetation and particle air pollution: Experimental campaigns in a traffic hotspot*. Pittsburgh, PA, USA: Environmental Pollution. pp. 195-205 doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.016

Gomes S. S. 2019, *La Calidad de Vida de la Población y la Huella Ecológica de la Actividad Turística*. São Paulo, Brasil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins, Palmas, Volumen 28, pp.1122 – 1145.

González A. S., Larralde C. A., 2019. *La forma urbana actual de las zonas metropolitanas en México: indicadores y dimensiones morfológicas*, México. SciELO, Estudios Demográficos, Urbanos vol.34 no.1, <https://doi.org/10.24201/edu.v34i1.1799>.

González C. E. 2020. *Ciudades de México, Mérida y Guadalajara le Apuestan a los Parques para enfrentar el cambio climático*. Red de Periodistas por el Desarrollo Sostenible, Blog, Capital Financiero, Capital Natural, Capital Social. <https://www.comunicacionsostenible.co/site/ciudades-de-mexico-merida-y-guadalajara-le-apuestan-a-los-parques-para-enfrentar-el-cambio-climatico/>

González D. M. N., Orozco B. C., Pérez S. A., Rodríguez V. F. J., Alfayate B. J. M., 2011. *Contaminación Ambiental una perspectiva desde la Química*, Madrid España: Cimapresa. <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788497321785/contaminacion-ambiental--una-vision-desde-la-quimica>

Granada E., Henry. 2016. *El diseño social: espacio de interrelación transdisciplinaria. Algunos aportes para la convivencia* DEARQ - Revista de Arquitectura / Journal of Architecture, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia. Núm. 18, julio, pp. 32-45.

Green J, Sánchez S. 2012. *La Calidad del Aire en América Latina: Una Visión Panorámica*, Clean Air Institute, EUA, Washington D.C. <http://www.cleanairinstitute.org/calidaddelaireamericalatina/cai-report-spanish.pdf>

Gregorio de Andrade, R. de C. 2012. *Urbanismo y planificación: Áreas Verdes Urbanas*. Summa Humanitatis, 6 (1). Pontificia Universidad Católica de Perú, http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/summa_humanitatis/article/view/3729

Guillén L. T. 1990. *Servicios Públicos y Marginalidad Social en la Frontera Norte*, Tijuana, B.C. México: Departamento de Estudios de Administración Pública. pp 95-119 doi.org/10.17428/rfn.v2i4.1630

Guevara R., H., 2011. *Pobreza y Calidad de Vida*, Bárbula, Venezuela: Universidad de Carabobo, Salus, Scielo. vol.15 no.1.

Guttman S. E., Zorro S. C., Cuervo F. A., Ramírez J. J. C., 2004., *Diseño de un sistema de Indicadores socio ambientales para el distrito capital de Bogotá*, Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.

He, G., Mol, A. P. J., Lu, Y. 2016. *Wasted cities in urbanizing China*. Beijing, China: Environmental Development, Chinese Academy of Sciences. pp. 2-13 doi.org/10.1016/j.envdev.2015.12.003

Heffner K. 2016. *Proces suburbanizacji a polityka miejska w Polsce*, Warzow, Pollond: Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach. pp 75-110 <http://dx.doi.org/10.18778/8088-005-4.05>

Heinrichs D., Nuissl H., Rodríguez S. C., 2009, *Dispersión Urbana y Nuevos Desafíos Para la Gobernanza (Metropolitana) En América Latina: El Caso de Santiago de Chile*, Santiago de Chile: EURE. pp. 29-46. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612009000100002>

Hernández S., R., Fernández C., C. Baptista L., P. 2014. *Desarrollo de la perspectiva teórica: revisión de la literatura y construcción del marco teórico. En Metodología de la Investigación*, México: McGraw-Hill.

Hu, L., Jia, Jin. 2019. *Characterization of Territorial Spatial Agglomeration Based on POI Data: A Case Study of Ningbo City, China*. Hangzhou, China: Sustainability, Zhejiang University. pp. 2-16 <https://doi.org/10.3390/su11185083>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 2010, Censo de Población y Vivienda 2010, Características Demográficas Población. México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 2010, XIII Censo General de Población y Vivienda. México: INEGI.

Jain, S., Sharma, S. K., Vijayan, N., Mandal, T. K. 2020. *Seasonal characteristics of aerosols (PM_{2.5} and PM₁₀) and their source apportionment using PMF: A four year study over Delhi, India*. Environmental Pollution, New Delhi, India: Environmental and Biomedical Metrology Division. pp. 1-14. doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114337

Janoschka M. 2002. *El Nuevo Modelo de la Ciudad Latinoamericana: Fragmentación y Privatización*. Universidad Humboldt de Berlín, Alemania. Santiago de Chile, Revista EURE (Vol. XXVIII, N° 85), pp. 11-29.

Krugman P. R. 1991, *First Nature, Second Nature, and Metropolitan Location*, National Bureau of Economic Research, Massachusetts Avenue Cambridge, Working Paper, No. 3740, Department of Economics, 50 Memorial Drive.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 2014. D. F., México: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Leva G. 2005. *Indicadores de Calidad de Vida Urbana*, Buenos Aires, Argentina: Hábitat Metrópolis, Universidad Nacional de Quilmes.

López C. L.; Ortiz J. E. 2009. *Medición Multidimensional de la Pobreza en México: Significancia Estadística En La Inclusión De Dimensiones No Monetarias*. Estudios Económicos, pp. 3-33 El Colegio de México, A.C. Distrito Federal, México.

López Y., Itzamá; Y. Márquez, C.; Camacho N., O.; Argüelles C., Amadeo J., 2018. *Predicción de la concentración de contaminantes atmosféricos basada en un clasificador asociativo de patrones*, Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia. N.º 60 pp. 20-30.

Lota F. 2013. *Redes Verdes y Planeamiento Urbanístico*, San Francisco de Sales, Madrid, Cuaderno de Investigación Urbanística nº 88.

Marmolejo D. C., Stallbohm, 2008. *En contra de la Ciudad Fragmentada ¿Hacia un cambio de paradigma urbanístico en la región metropolitana de Barcelona?* Cataluña, España: Universidad Politécnica de Cataluña. 2008, Vol. 12, <https://www.raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/115463>

Martín del Campo A., Martínez R. 2017. *Estrategias para reducir la pobreza multidimensional*, Iniciativa en Puebla, México, 2013-2016, Banco Interamericano de Desarrollo. Sector Social. IV. Título. V. Serie.

Marx V., 2006. *Las ciudades en la globalización*, Sinop. São Leopoldo, Brasil: Arquitectura, Universidad de Vale do Rio dos, vol. 2, núm. 1.

Matus R. M., Ramírez A. R. 2012. *Acceso y uso de las TIC en áreas rurales, periurbanas y urbano-marginales de México: Una perspectiva antropológica*, Fondo de Información y Documentación para la Industria Centros públicos CONACYT, México D.F. 1ª ed.

McCauley D. and Heffron R., 2018, *Just transition: Integrating climate, energy and environmental justice*, St. Andrews, United Kingdom: St. Andrews Sustainability Institute, School of Geography and Sustainable Development. pp. 1-7
doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.014

Medina C. H. (2009). *Diseño de proyectos de inversión con el enfoque del marco lógico*, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, <https://books.google.es/books>.

Merlinsky M G. 2018, *Justicia ambiental y políticas de reconocimiento en Buenos Aires*, Argentina, SciELO, Perfiles latinoamericanos, vol.26 no.51, doi.org/10.18504/pl2651-010-2018

Montes Ponce de León J., 2001. *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenido*, Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas. No. 3.

Muñiz I. 2013. *Anatomía de la dispersión Urbana en Barcelona*, Barcelona España: Eure, Universidad Autónoma de Barcelona. vol.39 no.116. doi.org/10.4067/S0250-71612013000100008.

Naciones Unidas, 2017. *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*, United Nations Publications, 300 East 42nd Street, New York, NY, 10017, United States of America. Publicación de las Naciones Unidas emitida por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DESA).

Newman D., G., 2006, *El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales Laurus*, Caracas, Venezuela vol. 12, núm. Ext, pp. 180-205 Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Doyle, M., McGovern, M., Pasher, J. 2018. *Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. Urban Forestry y Urban Greening, Environment and Climate Change Canada*, National Wildlife Ottawa, Canada: Research Centre. pp. 40-48. doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.019

Oliveira F. C., Martinho S. I., Patoilo T. C., Costa L., 2018. *Between tree lovers and tree haters. Drivers of public perception regarding street trees and its implications on the urban green infrastructure planning*, Porto, Portugal: University of Porto, Department of Geosciences, Environment and Spatial Planning, School of Sciences of the University of Porto, Ruado Campo Alegre. pp. 97-108. doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.014

Ortegón E., Pacheco J. F., Prieto A. 2015, *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*, Santiago de Chile, CEPAL, Serie manuales, Impreso en Naciones Unidas, N° 42.

Ortiz A. P. A., 2014. *Los parques lineales como estrategia de recuperación ambiental y mejoramiento urbanístico de las quebradas en la ciudad de Medellín: estudio de caso parque lineal La Presidenta y parque lineal La Ana Díaz*, Medellín Colombia: Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21863>

Peña M. J. N., 2010. Tesis: *Multifuncionalidad de las áreas verdes en el municipio de Toluca*, Toluca Estado de México: Universidad Autónoma del estado de México.

Pérez, A. M., Moscoso D., y Moyano E. Biedma L., Fernández B R., Martín M., Ramos C., Rodríguez M. L., Serrano R., 2012, *Deporte, salud y calidad de vida*. EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales, Madrid, España. núm. 23, enero-junio, 2012, pp. 223-227 Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Polèse M. 2001, *Cómo las ciudades producen riqueza en la nueva economía de la información: desafíos para la administración urbana en los países en desarrollo*, EURE, Santiago v.27 n.81, doi.org/10.4067/S0250-71612001008100001.

Porcar A. 2019. *Mapeo de los Servicios Ecosistémicos de una ciudad compacta. El caso de Barcelona*. Universitat Politècnica de Catalunya, Institut Universitari de Recerca en Ciència i Tecnologies de la Sostenibilitat. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/190036/TFM_Memoria_RogerPorcar

Portes A., 2014. *Los grupos urbanos marginados: nuevo intento de explicación*, Bifurcaciones, Santiago de Chile: Revista Aportes de Estudios Culturales Urbanos. www.bifurcaciones.cl/bifurcaciones/wp-content/uploads/2014/04/bifurcaciones_016_Portes.pdf

Plan Municipal de Desarrollo Urbano Metepec, 2018. Toluca, México: Gaceta del Gobierno del Estado de México.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano Toluca, 2018. Toluca, México: Gaceta del Gobierno del Estado de México.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano San Mateo Atenco, 2018. Toluca, México: Gaceta del Gobierno del Estado de México.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano Zinacantepec, 2018. Toluca, México: Gaceta del Gobierno del Estado de México.

Priego G. C. 2014. *Nuevas Formas de Entender la Naturaleza Urbana Áreas Verdes en las Ciudades*, Madrid España, Instituto de Estudios Sociales Avanzados IESA-CSIC. <https://elareaverdemundial.wordpress.com/tag/areas-verdes>.

Prieto M. N.; Lorda, M. A., 2012. *Propuesta metodológica para la enseñanza de la problemática ambiental como contenido programático en la educación geográfica*, Revista Universitaria de Geografía, Bahía Blanca, Argentina: Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca. vol. 21, 2012, pp. 11-30.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. 2010. *Presente y Futuro de las Áreas Verdes y del Arbolado de la Ciudad de México*, D. F., México: Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial.

Quintana D, 2011. *Desarrollo Sustentable en el Contexto Actual*, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 1ª ed. p8.

Ramírez G. S., Galindo M. M. y Contreras C. S. 2015, *Justicia ambiental. Entre la utopía y la realidad social*, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, SciELO, Culturales vol.3 no.1.

Ramírez R. J. 2002. *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas*, Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana. <https://www.semanticscholar.org/paper/Procedimiento-para-la-elaboraci%C3%B3n-de-un-an%C3%A1lisis-de-RojasIntroducci>

Ramírez T. A., Sánchez N. J.; García C. A. 2004. *El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis*, D. F., México: Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle. Vol. 6, Núm. 21.

Ramírez V. B. y López L., 2015. *Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporáneo*. UNAM, Instituto de Geografía: UAM, Xochimilco, 1ª ed.

Ramos G. J., 2018. *Cómo se construye el marco teórico de la investigación*, São Paulo, Brasil: Scielo, Cad. Pesqui. doi.org/10.1590/198053145177

Restrepo L. C., 2002. *Ecología Humana, una estrategia de intervención cultural*, Bogotá Colombia: San Pablo. 4ª ed.

Reyes A., 2010. *Tesis: Los Servicios Ambientales de la Arborización Urbana: Restos y Aportes Para la Sustentabilidad de la Ciudad de Toluca*, Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Reyes P. S.; Figueroa A., Isabel M., 2010, *Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile*, Santiago de Chile: EURE. pp. 89 110. doi.org/10.4067/S0250-71612010000300004

Robaina B., H.; Fernández V., Ramírez P. A, A. R., 2011. *Calidad de vida: algo más que un concepto MediSur*, Cienfuegos, Cuba: Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. vol.9 no.5

Rodríguez J. A., 2017. *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*, Bogotá Colombia: Scielo, Universidad de Artemisa, Revista EAN. pp.179-200. doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647

Rojo M. F., 2015. *Transformaciones urbanas vinculadas a barrios cerrados: evidencias para la discusión sobre fragmentación espacial en ciudades latinoamericanas Cuadernos de Geografía*, Bogotá, Colombia: Revista Colombiana de Geografía, Universidad Nacional de Colombia, pp.121-133. doi.org/10.15446/rcdg.v24n1.47776

Romero H., Fuentes C., Smith P., 2010. *Ecología política de los riesgos naturales y de la contaminación ambiental en Santiago de Chile: necesidad de justicia ambiental*, Santiago de Chile: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Chile. Vol. XIV, núm. 331.

Romero H., Salgado M., Smith P., 2010. *Cambios Climáticos y Climas Urbanos, Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile*, Santiago de Chile: Revista INVI, Universidad de Chile pp. 151-179. doi.org/10.4067/S0718-83582010000300005

Romero, H., Irarrázaval, F., Opazo, D. Salgado M., Smith, P., 2010. *Climas urbanos y contaminación atmosférica en Santiago de Chile*, Santiago, Chile: EURE, Pontificia Universidad Católica de Chile, pp.35-62. doi.org/10.4067/S0250-71612010000300002

Romero, H.; Opazo D., 2011. *Ecología política de los espacios urbanos metropolitanos: Geografía de la Injusticia Ambiental Revista Geográfica de América Heredia*, Costa Rica: Central, Universidad Nacional de Costa Rica, pp. 1-16.

Sánchez y Gándara A. 2011. *Conceptos Básicos de Gestión Ambiental y Desarrollo, Sustentable*, Secretaria del Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, D.F. Instituto Nacional de Ecología, 1ª ed.

Sanz A. 1997. *Movilidad y accesibilidad: un escollo para la sostenibilidad urbana*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad, <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a013.html>.

Salas Z., L.; López R., M. J.; Gómez M., Sergio; Moreno F. Martínez H., E. 2016, *Ciudades sostenibles y saludables: estrategias en busca de la calidad de vida*, Medellín, Colombia: Revista Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, vol. 34, núm. 1, enero-abril, pp. 105-110.

Salazar M. M. 2013, *Geografía, Responsabilidad Social, Gestión Ambiental y Problemas Globales*. Terra Nueva Etapa, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. vol. XXIX, núm. 46, pp. 29-41.

Sarricolea E. P., Romero A., H., 2015. *Variabilidad y cambios climáticos observados y esperados en el altiplano del norte de Chile*, Santiago de Chile: Scielo, no.62. doi.org/10.4067/S0718-34022015000300010

SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013. *Calidad del aire: una práctica de vida*, Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, 1ª ed. México D.F. www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/Paginas/inicio.aspx.

Severiche S. C., E. Gómez B., Morales J. J. 2016. *La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible*, Cartagena de Indias, Colombia: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chací, Vol. 18, N° 2.

Smith P., Romero H, 2016. *Factores explicativos de la distribución espacial de la temperatura del aire de verano en Santiago de Chile*, Santiago de Chile: Scielo, Revista Geográfica Norte Grande, No.63. doi.org/10.4067/S0718-34022016000100004

Smutek J. 2016. *Wpływ suburbanizacji na budżety gmin w strefie oddziaływania wielkich miast w Polsce*, Szczecin: Uniwersytet Szczeciński, vol. 24, No. 83.

Solinís C. T. 2013. *Participación ciudadana y medio ambiente*, Instituto Electoral y de Participación, Ciudadana del Estado de Jalisco, iepcjalisco.org.mx/sites/default/files/edicionespublicaciones/Participacion-ciudadana-y-medio-ambiente.pdf.

Sorenson M., Barzetti K. K., Williams J., 1998. *Manejo de las Áreas verdes urbanas*, Washington, E.U.A: Documento de Buenas Prácticas.

Suárez A. S. Robles Q. E. F. 2008. *Dasonomía Urbana del Municipio de Oaxaca de Juárez*, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Oaxaca México: Observatorio de la Economía Latinoamericana.

Torres T. C. A., 2010. *Calidad de vida: realidad y percepción* Bogotá, Colombia: Revista Bitácora Urbano Territorial, Universidad Nacional de Colombia

Uribe M., Consuelo, 2004. *Desarrollo social y bienestar Universitas Humanística*, Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, No. 58.

Vargas P. O. I., Trujillo G. J. Torres M. M., 2017. *La economía verde: un cambio ambiental y social necesario en el mundo actual*, Rioja, España: Revista de Investigación Agraria y Ambiental, Universidad de la Rioja, 175-186.

Vázquez B. A. 2000, *La Política De Desarrollo Económico Local*, cap. 1, https://flacso.edu.ec/cite/media/2016/02/Vazquez-A_2000_La-politica-de-desarrollo-economico-local.pdf

Xosé M. S., Araya P. F., 2018. *Los problemas socio-ambientales en Geografía: una lectura iberoamericana*, Valencia, España: Revista Lousófona de Educacao, Universidad Lusófona de Educacao.

Zielinski, S., García C., Vega P. 2012. *Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta?* Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Gestión y Ambiente, vol. 15, núm. 1, pp. 91-104.,

<https://elrompehielos.com.ar/ciudades-sustentables-la-evolucion-necesaria>

www.paris.es/jardines-luxemburgo.