



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---



**FACULTAD DE GEOGRAFÍA**

**“LOCALIZACIÓN, DENSIDAD Y PROPUESTA DE ÁREAS VERDES EN LA  
ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE METEPEC.”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

**PRESENTAN:**

**MIGUEL ÁNGEL ÁLVAREZ CRISANTOS  
DANIEL SILVA GÓMEZ**

**GENERACIÓN 2005-2010**

**Asesor**

**Dra. en C. XANAT ANTONIO NÉMIGA**

**REVISORES**

**DR. DELFINO MADRIGAL URIBE  
BIÓL. MA. ARCELIA GONZÁLEZ TRÁPAGA**

**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, FEBRERO 2013**

## ***DEDICATORIA MIGUEL:***

### ***A MIS PADRES***

Quienes inculcaron en mi amor, respeto y responsabilidad ante la gente, reciban esta pequeña muestra de eterno agradecimiento por toda la ayuda, apoyo y comprensión que con todo cariño me han brindado a lo largo de mi vida en la realización de uno de mis más anhelados sueños.

## ***AGRADECIMIENTOS MIGUEL:***

- ❖ A mi asesora la Dra. Xanat Antonio Némiga, por sus consejos, apoyo y paciencia para guiarme en la elaboración de este trabajo. Gracias.
- ❖ A mis revisores Dr. Delfino Madrigal Uribe y Biol. Ma. Arcelia González Trápaga por brindar parte de su valioso tiempo en la revisión de este trabajo, así como sus consejos y observaciones pertinentes. Gracias.
- ❖ A los profesores de la facultad de Geografía de la UAEM, por brindarme todos sus conocimientos para la culminación de mis estudios.
- ❖ A mis compañeros y amigos del turno vespertino y matutino. Gracias.

## **AGRADECIMIENTOS DANIEL SILVA GOMEZ...**

Primero que nada agradezco a dios por permitirme culminar esta fase de mi vida, gracias dios mío porque si hoy estoy dando gracias es x ti.

Agradezco infinitamente a mis padres Gilberto y Virginia, porque desde el primer momento de mi formación académica me mostraron su apoyo incondicional, y a cada momento me inspiraron fe, y comprensión para seguir superándome. Los admiro y quiero demasiado.

Brey, gracias por estar presente en mi vida, agradezco tu valioso apoyo para culminar este proyecto te quiero mucho.

Oscar, hermano te agradezco inmensamente los consejos, las oportunidades, la gran convicción y el haber demostrado continuamente que la constancia lo puede todo, de corazón te digo gracias hermano, porque en todo momento haz sido mi brazo fuerte y un pilar potencial para mi bien. Sabes que te quiero carnal.

Angie, hermana eres un modelo como ser humano, madre, académica, hermana, hija. Realmente tú me inspiras a llegar cada día más lejos te quiero mucho y gracias por tu gran ejemplo.

Robert, hermano te doy gracias por estar siempre a mi lado, tus ganas de salir adelante y tu continuo esfuerzo me motivan día a día a dar lo mejor de mi gracias por estar presente en mis aciertos y desiertos. Te quiero carnal

Dra. Xanat Antonio Némiga, muchas gracias por su valiosa asesoría y paciencia, de verdad estoy muy agradecido con usted....

Dr. Delfino Madrigal Uribe y Biol. Ma. Arcelia González Trápaga, por brindar su valioso consejo y asesoría en la realización de este trabajo.

## **DEDICATORIAS DANIEL SILVA GOMEZ...**

Este trabajo de tesis va dedicado primordialmente a Dios por permitirme trascender y culminar este peldaño de mi vida.

A Toda mi Familia....

Dedicada a mis sobrinos Carlitos, Karlita, Maggie, Karol, Vania y el o la que viene...

Saben sobrinos queridos, agradezco a dios infinitamente por permitirme conocerlos, amarlos, y convivir constantemente con ustedes me han ayudado mucho a superar las adversidades de la vida y en especial me han alegrado la vida con sus inmensas ocurrencias. Los quiero mucho, espero que este trabajo los inspire a ser mejores y a dar lo mejor de ustedes, que si algún mal día sienten tristeza sepan que dios nunca abandona yo soy el caso ¡¡¡¡animo!!! Los quiero mucho.

Dedicada a mis compañeros y amigos que siempre han mostrado su valiosa compañía y gran amistad, gracias.

## RESUMEN

La investigación llevada a cabo en esta tesis enfatizó en dos vertientes principales que fueron, medir la cantidad de metraje de arbolado urbano por medio de ortofotos Esc. 1:5000 en un contexto municipal, por otra parte se realizó una analogía con respecto a la población habitacional por manzana. De estas dos variables se desprende la investigación, analizando de manera uniforme ambos casos.

Aunado a esto se desglosan diferentes gráficas, cuadros y fotografías, que permiten dar a explicar de manera clara y precisa la relación existente entre ambas.

Existe un manual cartográfico generado a través del desarrollo de la investigación, que permite dar a conocer los principales pasos que se efectúan para realizar el análisis espacial por medio del software Arc View 3.3

## INDICE GENERAL

RESUMEN

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE CUADROS

INTRODUCCIÓN.....	11
PROBLEMÁTICA.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
HIPÓTESIS.....	16
JUSTIFICACIÓN.....	17
ANTECEDENTES.....	18
MARCO TEÓRICO.....	23
MÉTODO.....	31

CAPÍTULO 1 CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE METEPEC.....	35
---	----

1.1 Localización.....	35
1.2 Clima.....	37
1.3 Relieve.....	37
1.4 Geomorfología.....	39
1.5 Hidrología.....	39
1.6 Características y uso de suelo.....	40
1.7 Recursos naturales.....	42
1.8 Flora.....	42
1.9 Fauna.....	42
2.0 Zonas de valor histórico y cultural.....	43
2.1 Economía.....	43
2.2 Población.....	45

2.3 Educación.....	45
<b>CAPÍTULO 2 RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
2.1 Resultados del análisis cartográfico digital.....	47
2.2 Resultados las entrevistas en campo.....	66
2.3 Gráficas e interpretación de las encuestas.....	67
2.4 Estado actual de algunas zonas verdes del municipio.....	72
<b>CAPÍTULO 3 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
3.1 Discusión.....	75
3.2 Propuesta de modelo para la creación y remodelación de parques y arbolado urbano.....	76
3.3 Identificación de lotes con potencial para el establecimiento de nuevos espacios verdes en el municipio de Metepec.....	82
3.4 Alcances.....	87
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>91</b>
Anexo 1: definiciones.....	95
Anexo 2: Cuestionario.....	98
Anexo 3: Manual de procedimientos del proceso seguido para el tratamiento de los datos.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<b>Síntesis del método empleado.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 2</b>	<b>Mapa de Localización.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 3</b>	<b>Mapa de Relieve.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 4</b>	<b>Mapa de Uso de Suelo.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 5</b>	<b>Mapa del trazo de las manzanas y superficie arbolada en el municipio de Metepec.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 6</b>	<b>Mapa de Densidad del arbolado urbano de la zona urbana del municipio de Metepec.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 7</b>	<b>Densidad de arbolado que compone la simbología del mapa.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 8</b>	<b>Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano en la porción noroeste.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 9</b>	<b>Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción norte.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 10</b>	<b>Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción centro norte.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 11</b>	<b>Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción centro oeste.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 12</b>	<b>Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano en la porción centro.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 13</b>	<b>Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano de la porción suroeste.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 14</b>	<b>Superficie donde se cumple la relación de arbolado urbano/habitante Deseada.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 15</b>	<b>Población habitante de zonas dentro y fuera de la norma OMS.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 16</b>	<b>Cumplimiento de la norma de arbolado por habitantes en las manzanas.....</b>	<b>62</b>

<b>Figura 17</b>	<b>Arbolado (m<sup>2</sup>) en las manzanas que no cumplen con la norma.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 18</b>	<b>Densidad de arbolado.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 19</b>	<b>Población y densidad de arbolado en las manzanas fuera de la norma.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 20</b>	<b>Cercanía a las áreas verdes.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 21</b>	<b>Uso de las áreas verdes.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 22</b>	<b>Uso de las áreas verdes por tipo.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 23</b>	<b>Motivo de uso.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 24</b>	<b>Uso de las áreas al interior del municipio.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 25</b>	<b>Mejoras deseadas en los espacios verdes.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 26</b>	<b>Necesidad sentida de áreas verdes.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 27</b>	<b>Beneficios reconocidos de las áreas verdes.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 28</b>	<b>Parque de San Jerónimo Chicahualco.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 29</b>	<b>Parque de San Jerónimo Chicahualco.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 30</b>	<b>Condiciones actuales del parque ubicado en San Jerónimo Chicahualco.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 31</b>	<b>Parque Bicentenario, Metepec Estado de México.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 32</b>	<b>Parque Bicentenario, Metepec Estado de México.....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 33</b>	<b>Parque Bicentenario, Metepec Estado de México.....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 34</b>	<b>Parque Bicentenario, Metepec Estado de México.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 35</b>	<b>Parque Bicentenario, Metepec Estado de México.....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 36</b>	<b>Parque Bicentenario, Metepec Estado de México.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 37</b>	<b>Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano San Jerónimo Chicahualco.....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 38</b>	<b>Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano en la colonia La Providencia.....</b>	<b>83</b>



<b>Figura 39</b>	<b>Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano Col. Izcalli Metepec.....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 40</b>	<b>Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano la Av. Gobernadores.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 41</b>	<b>Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano en la localidad de San Bartolomé Tlaltelulco.....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.....	66
---------------	----

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población y las altas concentraciones de habitantes pueden causar serios daños en los frágiles recursos ambientales de una ciudad. A medida que la gente abandona los ámbitos rurales por los entornos de acero y hormigón de las ciudades, se reconoce cada vez más que estas poblaciones requerirán la presencia de vegetación en sus vidas. Ya sea un parque arbolado para la recreación, una hilera limítrofe de árboles para la reducción del ruido o un humedal para el control de inundaciones (Sorensen et al, 1998).

Es por eso que esta investigación da a conocer la distribución y densidad de las áreas verdes, así como, proponer los lugares para su creación. De este modo, se podrían desarrollar de manera armónica las áreas verdes con la población de Metepec, ya que con el gran crecimiento que ha tenido este municipio se ha dejado en un segundo plano la calidad de vida de sus habitantes, porque solo se piensa en el valor monetario que alcanzan las construcciones en el centro o las periferias conurbadas del municipio. De seguir esta tendencia el poco espacio que queda sin uso urbano podría desaparecer, ya que como lo menciona el Plan de Desarrollo Municipal el actual uso del suelo en Metepec se clasifica en tres grandes rubros: Uso Urbano, el cual cubre el 76.23%, el Uso No Urbano y suburbano cubriendo el 8.16% y 15.61% respectivamente de la superficie total del Municipio.

En el capítulo I se expresa la condición geográfica, social y económica del municipio, buscando generar un panorama general sobre de las condiciones que se viven en el municipio. En este capítulo se investigaron aspectos físicos y sociales del municipio de Metepec, comenzando por los físicos resaltando la localización, el clima, relieve, geomorfología, hidrología, características y uso de suelo, flora, fauna y recursos naturales.

Con respecto a la parte social destacan dentro de este capítulo, las zonas de valor histórico y cultural, economía, población y educación.

El capítulo II desprende dos vertientes; Los resultados del análisis cartográfico digital y los resultados de las entrevistas en campo.

En el caso de los resultados de la del análisis cartográfico digital se aprecian diferentes tipos de mapas entre los cuales destacan:

- Mapa del trazo de las manzanas y superficie arbolada en el municipio de Metepec.
- Mapa de arbolado urbano de la zona urbana del municipio de Metepec.
- Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano en la porción noroeste.
- Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano en la porción norte.
- Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano en la porción centro norte.
- Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano en la porción centro oeste.
- Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano en la porción centro.
- Mapa de manzanas con insuficiente arbolado urbano en la porción suroeste.

Dentro de la cartografía cabe hacer mención que existe una interrelación en aspectos físicos y sociales misma que se menciona en este capítulo.

En el capítulo II se realizaron graficas que hablan acerca de la densidad de arbolado urbano, la población, el cumplimiento de la norma de arbolado por habitantes en las manzanas, arbolado ( $m^2$ ) en las manzanas que no cumplen con la norma, superficie de las manzanas y su densidad de arbolado, Población y densidad de arbolado en las manzanas fuera de la norma.

La cartografía y las gráficas se encuentran accionando entre sí, se interrelacionan de tal manera que es más rápido y practico identificar los sitios que requieren mayor atención en materia de áreas verdes.

Con respecto a los resultados obtenidos de las entrevistas en campo cabe hacer mención que se realizaron 200 cuestionarios en diferentes parques y colonias del municipio, los resultados arrojados se graficaron y se publican en esta tesis.

Capítulo III precisa el estado actual de las áreas verdes del municipio, como ya se ha venido mencionado en la tesis Metepec es un territorio lleno de contrastes sociales y económicos muy acentuados. Los parques y jardines no escapan a esta

tendencia. En la parte final del trabajo se contrastan los escenarios de las condiciones de las áreas verdes, donde influyen aspectos económicos, geográficos y sociales, cabe mencionar que cada día es más notable la separación de la zona exclusiva del municipio con respecto a sus áreas de menores servicios.

## PROBLEMÁTICA

En la actualidad las áreas verdes del Estado de México ocupan 978 mil 967 hectáreas (39.3% del territorio estatal), e incluyen parques nacionales, estatales y municipales; reservas ecológicas federales y estatales; áreas de protección de flora y fauna, parques sin decreto y acuerdos de cimas, montañas, lomeríos y cerros del estado (Plan de Desarrollo Estatal 2005-2011). Sin embargo, los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Toluca han experimentado un crecimiento poblacional a partir del año 1990 y hasta el año 2010, que a su vez ocasionó un incremento en la mancha urbana. El municipio de Metepec no ha sido la excepción, pues en el año 2000 su superficie urbana era de 4,022.5 hectáreas y en el año 2006 fue de 5,225.2 hectáreas (PDM, 2003-2006 y 2006-2009). Esto implicó cambios tanto positivos como negativos. Entre los aspectos positivos destaca la modernización de la zona, en la que se dota de servicios a la sociedad. Dentro de los aspectos negativos se menciona la reducción de áreas verdes, pues se dispone de ellas para dar cabida al crecimiento, como menciona (Wilson *et al.*, 2003 en Santana *et al.*, 2010) el aumento del espacio urbano ocasiona impactos significativos sobre el medio, porque afecta: 1) los procesos de intercambio de energía entre la superficie de la tierra y la atmósfera, 2) el sistema hidrológico superficial y subsuperficial, 3) la calidad del aire y agua, y 4) las condiciones meso y microclimáticas.

Esta pérdida nos lleva al incumplimiento de los estándares internacionales como lo señala (Hernández, A., 1996 en Bascuñan *et al.*, 2007). La Organización Mundial de la Salud propone un estándar de 15 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, mientras los estándares españoles establecen 13 m<sup>2</sup> por habitante. En México, la Secretaría de Desarrollo Social en su programa Hábitat propone un estándar de 9 m<sup>2</sup> por habitante. Al no cumplirse estos estándares la sociedad es la que se ve más afectada.

Una posible solución es la propuesta de zonas para la creación de nuevas áreas verdes mediante el análisis cartográfico. Aunque uno de los principales problemas que aún enfrentan las áreas verdes en el país, no sólo es su creación: mas bien es

el cuidado que se les tiene que brindar, ya que como señalan Sorensen *et. al.* (1998), para el buen manejo y mantención de áreas verdes es prioritario: “conseguir establecer un apropiado valor monetario a los beneficios que resultan de estas áreas, tales como el aire limpio y el uso recreativo de parques”.

## **OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Determinar la distribución espacial y la cantidad en m<sup>2</sup> de arbolado urbano existente en la zona urbana del municipio de Metepec, para generar una propuesta de nuevas áreas verdes basándose en la disponibilidad de espacios.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Realizar encuestas de opinión pública para entender el uso y la percepción de los espacios verdes entre los habitantes del municipio.
- ❖ Generar cartografía actualizada tanto de los espacios verdes existentes para calcular los m<sup>2</sup> de áreas verdes presentes en el municipio y calcular la densidad de arbolado urbano por habitante en las manzanas de la zona urbana del municipio para evaluar si satisface la norma establecida por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).
- ❖ Generar cartografía de zonas prioritarias de atención y de espacios recomendables para la creación de nuevas áreas verdes basándose en la ubicación y el tamaño del predio.

## **HIPÓTESIS**

Ho: Si se cumple la norma SEDESOL en los AGEBS del municipio de Metepec, por lo que no se requieren nuevos espacios verdes.

Ha: No se cumple la norma SEDESOL en los AGEBS del municipio de Metepec, por lo que se requieren nuevos espacios verdes.



## JUSTIFICACIÓN

La distribución de las áreas verdes dentro de la zona urbana es de gran importancia, ya que como se sabe éstas traen consigo diversos beneficios sociales, económicos y naturales, entre los que podemos mencionar: que sirven de regulador de la temperatura, barrera contra el viento y además purifican el aire contaminado. “Las áreas verdes también tienen el potencial para proveer a los ciudadanos beneficios económicos directos a través de la agricultura y forestación urbana. Adicionalmente, la preservación de sistemas de áreas con vegetación puede mejorar la calidad de vida, al prevenir desastres naturales en las poblaciones marginales y proporcionar a la población lugares naturales para salvaguardar la calidad de preciados recursos como el aire y el agua y proveer lugares de recreación” (Sorensen *et. al.* 1998). Las áreas verdes del municipio de Metepec tienen un papel central en la naturaleza, territorio, paisaje, recreación, bienestar físico, mental y psicológico de toda su población. Esto debido a las grandes virtudes que traen consigo. El hecho de regular la temperatura, contribuir en cierto grado en la regulación de la contaminación, servir como barreras contra vientos, además de la generación y purificación del oxígeno que se respira en el municipio son sólo algunas de las ventajas que proporciona tener áreas verdes situadas dentro del municipio.

Por ello, la finalidad de esta investigación radicó en conocer la localización y densidad de las áreas verdes dentro de la zona urbana del municipio de Metepec, considerando: iglesias, panteones, parques municipales, jardines públicos y caseros. En estos se evaluará si se cuenta con los m<sup>2</sup> requeridos por habitante para la practica de deportes al aire libre, puntos de encuentro y descanso; así como para obtener los beneficios que se les atribuyen a las áreas verdes en espacios urbanizados en la mejora de la calidad de vida.

## **ANTECEDENTES**

### **Antecedentes históricos de las áreas verdes.**

De acuerdo con García (1989 en Martínez, 1997) sus orígenes se remontan hasta los jardines de los imperios agrarios del próximo oriente, sin dejar de citar como referencias las tablillas del rey Marduk-Apal-Idina en las que nos enumera las plantas del jardín de Senaqueriben el siglo VII a.c. Según Coolidge (1969 citado por Beltrán, 1974 en Melo, 1977), la idea de proteger las áreas se remonta al año 300 a.C., cuando la cultura hindú aisló por primera vez zonas boscosas con el propósito de refugiar fauna valiosa bajo estrictas medidas de seguridad, a fin de cumplir funciones de recreación pública.

En Europa medieval se protegen extensos bosques, de rica y variada fauna cinegética, cuyo uso fue privilegio de reyes y señores feudales. Cualquier intromisión del pueblo se castigaba con castigos severos, que incluían la mutilación de miembros y la mutilación de ojos (Melo, 1977).

En México se registran los primeros jardines botánicos conocidos en el mundo. Entre ellos el que el gran Nezahualcóyolt, fundó cerca de las poblaciones de Texcoco, cuidándolo y protegiéndolo con una cortina de ahuehuetes, tiempo después fue declarado por el presidente Lázaro Cárdenas como el parque nacional “El Contador” (Motte, 1976 en Martínez, 1997).

Por su parte Muñoz e Isaza (2001), concluyen que los jardines coloniales son escasamente estudiados, pese a su importancia cultural y urbanística. Su importancia se refleja en la cartografía histórica, ya que los espacios públicos ajardinados o arbolados adquieren singular importancia dentro de la conciencia colectiva; en cartelas o viñetas de planos de ciudades las alamedas o paseos figuran junto a la plaza mayor, los edificios de gobierno, la catedral y las iglesias de las distintas órdenes, denotando que forman parte de los elementos más significativos de la ciudad.

## **Estudios recientes referentes al arbolado urbano**

Gómez (2004) publica “Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades”. En él, habla sobre la relación entre zonas verdes y el confort de la ciudad de Valencia. Parte de un análisis de la situación climatológica de la ciudad, e investiga el comportamiento de varios índices de confort. Concluye que hay contrastes en la confortabilidad que ofrecen los distintos espacios urbanos, quedando patente, por ejemplo, la diferencia de comportamiento de zonas ajardinadas y sin jardín, calles con arbolado y sin arbolado. Afirmar que existe una correlación entre las posibilidades de confort urbano y la existencia de zonas verdes, es tanto más exacta cuanto mayor es la dimensión de estas áreas de arbolado o zona verde. Demuestra la posibilidad y validación de unas fórmulas que se basaron en los siguientes parámetros: temperatura biológica del cuerpo humano, temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar que permiten la cuantificación relativa de las zonas verdes de una ciudad, en relación con el confort, medido en condiciones de bienestar climatológico.

Con un enfoque similar Vilela (2004) publica la “Distribución del arbolado urbano en la ciudad de Fuenlabrada y su contribución a la calidad del aire”. Estudia la distribución del arbolado urbano en Fuenlabrada (Comunidad de Madrid) y su contribución a la sostenibilidad a través de la influencia en la calidad del aire. Mediante la interpretación de fotografías aéreas investiga la composición del territorio, la presencia de zonas verdes y la distribución del arbolado, y la calidad del aire a través de un modelo norteamericano UFORE (Urban Forest Effects). Su objetivo principal fue identificar estrategias de gestión del arbolado urbano que maximicen los beneficios buscados. Llegó a la conclusión de que el arbolado urbano de Fuenlabrada puede incrementarse a través de una planificación y gestión adecuadas. Y recomienda: promover plantaciones en zonas residenciales de alta densidad, aumentar la cobertura arbórea en las parcelas baldías, actualización del inventario forestal, aumentar la diversidad de especies y promover las plantaciones participativas y las actividades de mantenimiento colectivas en zonas colindantes a colegios e institutos. Ambos estudios van

dirigidos a conocer el confort de los habitantes tomando en cuenta la cantidad de áreas verdes que existen dentro de su alcance, utilizando parámetros diferentes para cuantificar sus variables.

Una propuesta alternativa relacionada indirectamente con este trabajo es la de Klinkenborg (2009), quien publica en el sitio de la asociación National Geographic su propuesta de espacios verdes en las azoteas de edificios. Según él, algunos de los beneficios que traen son que actúan como aislante; por la combinación de tierra y vegetación en las azoteas verdes que da cabida a ligeras oscilaciones térmicas. Esto permite reducir hasta en 20% el costo de calefacción y enfriamiento de los edificios sobre los cuales se desarrollan estos techos vivos. Esta investigación genera ideas y acciones que pueden tomarse en cuenta en la planeación y creación de las grandes metrópolis para de esta manera contrarrestar los riesgos climáticos latentes.

Otro trabajo relevante para esta investigación fue realizado por Sorensen et al. (1998), en su artículo “Manejo de las áreas verdes urbanas”, concluye que en América Latina y el Caribe, la mayoría de la población tiene necesidades básicas que pudieran ser cubiertas por las áreas verdes. Éstas pueden proporcionar alimentos, madera para leña y construcción entre otras más. Hacen gran énfasis en compartir la información de experiencias técnicas exitosas, para de esa manera conocer lo que funciona y lo que no, recalcando que es necesaria la creación y expansión de una red de áreas verdes urbanas en América Latina y el Caribe.

Lizana (2003) propone un “Programa de Arborización Urbana para la Región Metropolitana de Santiago” en él trata sobre la contaminación atmosférica y del ruido en dicha ciudad. Llega así al proyecto de Arborización, donde a partir del año 2002 se aprobó el programa destinado a contribuir y superar el déficit de áreas verdes y hermostrar espacios públicos dentro de la ciudad, con el objeto de contribuir a recuperar el patrimonio arbóreo de la región; logrando de esta forma mejorar la calidad de vida de los habitantes de dicha ciudad. La principal relación que tiene con este trabajo es que en ambos se busca aumentar el número de áreas verdes y arbolado urbano para llegar a una mejor calidad de vida en la zona

urbana de ambas ciudades.

Martínez (1997), en el texto “Áreas verdes de la ciudad de Toluca” determina la relación de las áreas verdes con la zona urbana de la ciudad de Toluca, y particularmente la cantidad y distribución espacial de las áreas verdes y su relación con la población. Concluye que la cantidad de áreas verdes en la ciudad de Toluca, en relación con el número de habitantes es poca e insuficiente; además de que su distribución es mala, ya que la mayor parte se encuentra ubicadas en la parte centro de la ciudad, mientras que una gran parte de la población habita en la periferia carece de estos espacios o no son de calidad.

Reséndiz (2005) en su tesis “Evaluación del Arbolado Urbano en el Municipio de Monterrey” elabora un diagnóstico de la situación del arbolado urbano del Municipio de Monterrey, N. L., cubriendo los objetivos específicos: determinar la distribución de las áreas verdes de la zona urbana, estimar la cobertura vegetal del arbolado urbano y realizar un inventario de las especies vegetales presentes en el área urbana. Obtuvo como resultado un SIG en el cual determinó que el promedio de área verde por habitante sigue siendo más bajo que el recomendado por la ONU, además de que la densidad y distribución de estas áreas no es uniforme, teniendo mayor densidad en ciertas colonias.

La relación de estos estudios con respecto a esta investigación, es que ambos refieren a la cuantificación y distribución de áreas verdes cada uno en su respectiva zona de estudio. De esta forma contribuyen de manera positiva a la generación de información base para realizar analogías de la situación actual que permita enriquecer esta investigación. Ambos buscan conocer el diagnóstico del estado actual para generar la propuesta mas óptima que permita la posible solución del problema.

El municipio de Metepec presenta un constante cambio de uso de suelo, las actividades agrícolas dentro de este municipio han pasado a un segundo plano esto debido al proceso de crecimiento en el cual está inmerso. La falta y degradación de áreas verdes es un tema relevante dentro de las necesidades del

municipio, ya que debe tomarse en cuenta que la parte más perjudicada es la población que habita ese lugar por los problemas que trae consigo la baja extensión y el deterioro de las áreas verdes. Sin embargo, carece de diagnósticos del estado de estos espacios.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Concepto vigente de áreas verdes.**

Se consideran como Áreas Verdes los espacios urbanos, o de periferia a éstos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno, o similares (CONAMA, 1998); es decir los espacios que están ocupados con algún tipo de vegetación en la zona urbana.

### **Funciones de las áreas verdes.**

La presencia de espacios verdes públicos es un medio para la mejora de las condiciones de vida física, psicológica y estética de la población. En el ámbito popular, su organización, mantención y creación permiten la satisfacción de determinados requerimientos, tanto ambientales, morfológicos, sanitarios, sociológicos, artísticos y tecnológicos. Las áreas verdes siempre han acompañado al ser humano en su caminar por la vida, debido a la gran importancia que tienen. A continuación se mencionan las principales funciones de las áreas verdes tomando en cuenta el trabajo de tesis de Martínez, J. (1997) titulado “Áreas verdes de la ciudad de Toluca”.

#### **a) Función recreativa y de esparcimiento.**

Es estrés en nuestros días es problema general de los habitantes de zonas urbanas y conurbanas. Las zonas rurales no escapan de ésta pero sus índices son menores en estas zonas. El modo de vida de los últimos tiempos ha permitido el avance progresivo de esta enfermedad del siglo XXI, que no es más que la acumulación de presión de diferentes actividades en el ser humano.

Este genera problemas que influyen en la calidad de la vida del ser humano; de no ser por las formas de compensarlo o sobrellevarlo llevarían a la persona a tomar decisiones extremas que pudiesen terminar con su vida.

La función de las áreas verdes en el siglo XXI es minimizar su impacto, proporcionando el suficiente espacio verde a sus habitantes para saciar su ocio de la manera más activa y sana posible, buscando la mezcla armónica entre el hombre y la naturaleza, no dejando de lado la mejora ambiental e implementación de la tecnología para conseguirlo.

Las áreas verdes permiten al ser humano contar con zonas de esparcimiento, ya que el hombre que tiene donde despejarse y esparcirse libremente llega a un estado de confort que le permite relajarse y vivir una vida con menor presencia de estrés.

Las áreas verdes y los espacios de arbolado urbano son sitios socialmente agradables destinados al ocio y la recreación contribuyendo al bienestar físico y psicológico de sus habitantes.

#### **b) Función ambiental.**

Sin duda esta es la función más compleja de todas, las publicaciones señalan una diversidad de enfoques, desde los que miran al parque como bioma, hasta los que lo toman como un moderador térmico. Es también mitigador de efectos ambientales inoportunos, que van desde la contaminación ambiental hasta el ruido en los espacios urbanos. Todo ello es de suma importancia en la búsqueda de la mejora de la calidad de vida de los espacios urbanos.

#### **c) Regulador climático.**

La diversidad de factores climáticos, tales como los vientos, la temperatura y la humedad, son modificados por las áreas verdes y zonas de arbolado urbano extenso, transmitiendo su micro efecto a las zonas próximas. La presencia de agrupadas masas vegetales tiene una potente multifuncionalidad y un efecto regulador térmico sobre el clima urbano, como es expresado por (Chen *et al.*, 1999). En (Gómez V., 2004) “Es fácil comprender que el microclima juega un papel ecológico muy destacado, siendo el conductor primario de las respuestas



biológicas a la necesidad de relación con el medio físico (atributo de función) que caracteriza a cualquier ser vivo. Consecuentemente, las variadas condiciones micro meteorológicas que a lo largo de los sistemas naturales aparecen, resultan ineludibles para comprender y predecir procesos tales como fotosíntesis, regeneración, crecimiento, ciclo de nutrientes y degradación de la materia orgánica”.

De igual manera la humedad permite combatir la sequedad ambiental actuando como regulador hidrométrico. La presencia de un conjunto vegetal amenora los efectos del viento.

Las áreas verdes y el arbolado urbano actúan como filtro climático modifican las temperaturas extremas de los espacios interiores y exteriores, reduciendo la radiación solar de las superficies. También permiten el aprovechamiento de la radiación solar en el invierno a través del uso de árboles o plantas de hojas caducas.

### **c.1) Efectos de las islas de calor en climas urbanos.**

Los climas urbanos hoy día son un componente esencial de los cambios climáticos y diferentes de los climas de áreas rurales, lo que se manifiesta en ellos es la presencia de islas de calor, mismas que son causadas por la urbanización, estas se encuentran estrechamente ligadas con la composición socioeconómica de las colonias que componen el municipio

Los climas urbanos son representaciones de procesos integrados entre la naturaleza y la sociedad. Las áreas más cálidas se observan en espacios en edificios sociales de alta densidad y carentes de vegetación. Los grandes conjuntos habitacionales presentan mayor predisposición para ser afectados por las islas de calor debido a que los impactos térmicos y aglomeración de la población favorece su desarrollo, habitualmente este tipo de consecuencias climáticas se desarrollan mayormente en las zonas marginadas de un territorio urbano, aunque cabe mencionar que no es aplicable en todos los casos. La

tendencia de estos estudios hace notar que la insuficiencia de áreas verdes repercute muy significativamente en la mitigación de las islas de calor. La planificación urbana a escala de barrio debería implementar estrategias y acciones explícitas de mitigación y adaptación de los espacios urbanos ante los procesos de cambio climático

Los espacios que presentan un menor impacto de las islas de calor se encuentran caracterizados por tener amplios sitios de áreas verdes y arbolado urbano, cabe hacer mención que son sectores poblaciones con mayores ingresos y mínimas densidades residenciales las que disfrutan estos beneficios.

Como lo menciona (Kenneth, 1992, citado por Hernández, 2002: 48) en (Morales *et al.*, 2008) el clima urbano de la ciudad esta relacionado con la isla de calor que se forma cuando el aire caliente tiende a acumularse en el centro de la ciudad, debido a la concentración de edificios y calles pavimentadas este aire caliente arrastra consigo la carga de contaminación, luego se expande hacia los bordes de la ciudad y vuelve a formarse un sistema circulatorio que se podría romper por el efecto de la presencia de un viento fuerte.

Son diversos factores y elementos geográficos que se encuentran inmersos en el municipio de Metepec, su alto índice de urbanización y el crecimiento de la mancha urbana propician, que hoy día se presenten nuevas problemáticas ambientales, las islas de calor han venido evolucionando en las poblaciones urbanas, en su mayoría van interrelacionadas con climas urbanos, mismas se presentan por la acumulación de aire caliente precedente de diversas índoles, pero en su mayoría por el factor antrópico que es el detonante del calentamiento global.

El rol de la vegetación sobre el medio ambiente urbano es bastante más amplio y benéfico, puesto que controla el desarrollo de las islas de calor urbanas, al brindar sombra y consumir calor latente mediante el proceso de evapotranspiración. Las áreas verdes urbanas constituyen islas frías, a partir de las cuales se originan “brisas de parque” o flujos de aire limpio y fresco, cuya potencia depende del

tamaño y complejidad de las superficies vegetadas y cuya capacidad de penetración hacia las áreas urbanas se desarrolla a lo largo de calles arboladas interconectadas y que no son bloqueados por edificaciones. Los parques, plazas y jardines urbanos cumplen importantes roles y brindan significativos servicios ambientales, en particular en las ciudades más contaminadas, pero para ello deben formar parte de sistemas espaciales articulados que los vinculan entre sí y con los cinturones verdes que se establezcan en los límites de las ciudades o que resultan de la permanencia de campos agrícolas, terrenos forestados o áreas de conservación de la naturaleza (Romero *et al.*, 2010).

La incidencia de factores geográficos dan pie a la formación de microclimas. Los vientos, la latitud, la longitud, la altitud, etc., dentro de los factores antrópicos se encuentran el exceso del parque vehicular, el cambio de uso del suelo, el cambio de zonas de recargas freáticas por concretos asfálticos, el crecimiento horizontal, el aumento de industrias y servicios propician el desarrollo de islas de calor.

Las islas de humedad y de ventilación son otras formas típicas de los climas urbanos, causados por la sustitución de la vegetación, suelos húmedos y humedales (lo que elimina la evapotranspiración) y por el aumento de los coeficientes de rugosidad, asociados a la pérdida de velocidad y encauzamiento artificial de las brisas y vientos cuando cruzan las ciudades. (Romero *et al.*, 2010).

Esto se ve reflejado en las últimas décadas en el municipio de Metepec, ya que ha sufrido un incremento de espacios urbanos que motiva a sustituir los suelos agrícolas y forestales del municipio a uso urbano.

A microescala, cada objeto del paisaje urbano genera especiales flujos e intercambios de materia y energía entre la atmósfera, los suelos, la vegetación, las calles, las casas, los edificios, las industrias, los parques, etc. Los cambios de los usos de los suelos agrícolas o forestales y de las coberturas naturales a usos urbanos generan importantes transformaciones sobre las temperaturas, presión atmosférica, precipitaciones, humedad y vientos, además de la presencia de aerosoles y gases que la contaminan. La urbanización es uno de los principales

factores de incremento de la temperatura a escala local (Oke, 1987 en Romero *et al.*, 2010). La interrelación de los factores antrópicos beneficia el desarrollo de las islas de calor que se presentan en climas urbanos; el municipio de Metepec se encuentra dentro de esta tendencia latinoamericana. En la actualidad la tendencia poblacional se ha incrementado y así mismo el grado de urbanización, que se encuentra en un proceso constante y dinámico.

### **c.2) Reducción y ausencia de áreas verdes.**

Múltiples factores son los responsables de la pérdida progresiva de la ocupación, uso y disfrute de las áreas verdes, zonas de recreación y de los espacios públicos en general. El bajo presupuesto económico y la falta de planeación urbana solo por hacer mención de algunos propician que el grado de deterioro ambiental se acentúe y se propague en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Como una respuesta a las necesidades propias del esparcimiento y la actividad comercial se ha intensificado en las últimas décadas, principalmente en la capital de estado de México y la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, la construcción de grandes centros comerciales que ofrecen de manera cerrada y controlada mayores niveles de seguridad tanto para las personas como para los vehículos. En estas instalaciones es posible acceder a grandes tiendas por departamentos, boutiques, librerías cafés, restaurantes, salas de cine y de juego, oficinas públicas, bancos, taquillas de pago de servicios, supermercados, parques infantiles, gimnasios, estacionamientos, hoteles y en general, a un sinnúmero de servicios propios de la dinámica de consumo actual. Sin embargo, pese a sus bondades, estos centros comerciales no alcanzan a suplantar las condiciones “naturales” de las relaciones humanas y de la dinámica sociocultural de los centros de las ciudades, del mercado, de la plaza o las áreas verdes cargadas de historia, de significados y de identidad.

Por eso es que esta investigación diagnostica la falta de espacios verdes y arbolado urbano. Se propone como un exhorto a los tomadores de decisiones para actuar a favor del medio ambiente, ya que el hecho de no considerarlo y realizar

acciones pertinentes traerá graves consecuencias futuras.

**d) Función estética.**

Las áreas verdes constituyen hoy día parte fundamental de las ciudades por la multifuncionalidad existente en ellas. La función estética va enfocada primordialmente al valor paisajístico ya que este a su vez permite embellecer los espacios urbanos con la presencia de arbolado urbano, amplios jardines y puntos de encuentro, así como zonas de esparcimiento. Al incrementar la belleza se incrementa también el valor inmobiliario de los espacios.

**e) Minimización de impactos ambientales nocivos.**

Las funciones que realizan las áreas verdes en conjunto con el arbolado urbano traen consigo repercusiones positivas al ambiente urbano.

Cada vez que las masas vegetales fijan el polvo y materias residuales, producen la disminución y depuración de bacterias. De igual manera contribuyen en la mejora y generación de oxígeno además de fijar gases tóxicos y transformarlos en vapores balsámicos.

El arbolado urbano y las áreas verdes son un elemento protector de suelo, ya que permiten: reducir la evaporación de la humedad del suelo, consolidar la estructura de suelos, prevenir erosión hídrica y eólica de los suelos y atenuar el riesgo por inundación.

Con respecto a la purificación del aire; estos espacios verdes absorben el anhídrido carbónico producto de las actividades antrópicas, transformándolo en oxígeno por medio de la fotosíntesis. Es por ello que la presencia de estos sitios es vital en el desarrollo urbano.

**f) Función preventiva de la salud física y mental.**

Se debe recordar que para obtener un progreso físico y mental en el hombre, deben conjuntarse actividades que interrelacionen lo físico y lo mental. La salud

física va acompañada del desarrollo de actividades deportivas, mismas que se pueden llevar a cabo en las instalaciones de las áreas verdes. El hecho de realizar actividades de acondicionamiento físico en estos espacios proporciona salud y bienestar a sus visitantes y permite tener una población más sana. Las áreas de descanso y esparcimiento son lugares idóneos dentro de las áreas verdes para alcanzar un confort mental, dejando de lado las tensiones que nos agobian como seres humanos.

**g) Función educativa.**

La educación ambiental hoy día es un tema de constante insistencia a nivel mundial, ya que hacer conciencia ambiental dará a las futuras generaciones la oportunidad de vivir con mejores condiciones de vida.

La interacción humana que existe entre las áreas verdes y arbolado urbano, permite a los visitantes establecer lazos de armonía entre la naturaleza y la sociedad. Por esto y más es sumamente importante la creación y manutención de las áreas verdes y arbolado no solo en el municipio de Metepec, sino en toda la Zona Metropolitana de Toluca.

En conclusión: son múltiples y sumamente valiosas las funciones que el arbolado urbano tiene para la sociedad que habita en estos espacios.

## MÉTODO

Para la realización de este estudio se utilizó el método geográfico; así mismo el enfoque cuantitativo y cualitativo. Entre las etapas principales destacan la aplicación de encuestas, el análisis del territorio mediante imágenes de satélite, la relación entre la población de los Ageb's para establecer las zonas con mayor metraje de arbolado urbano y la propuesta de zonas óptimas para la creación de áreas verdes. El diagrama (Figura 1) presenta los rasgos generales del método.

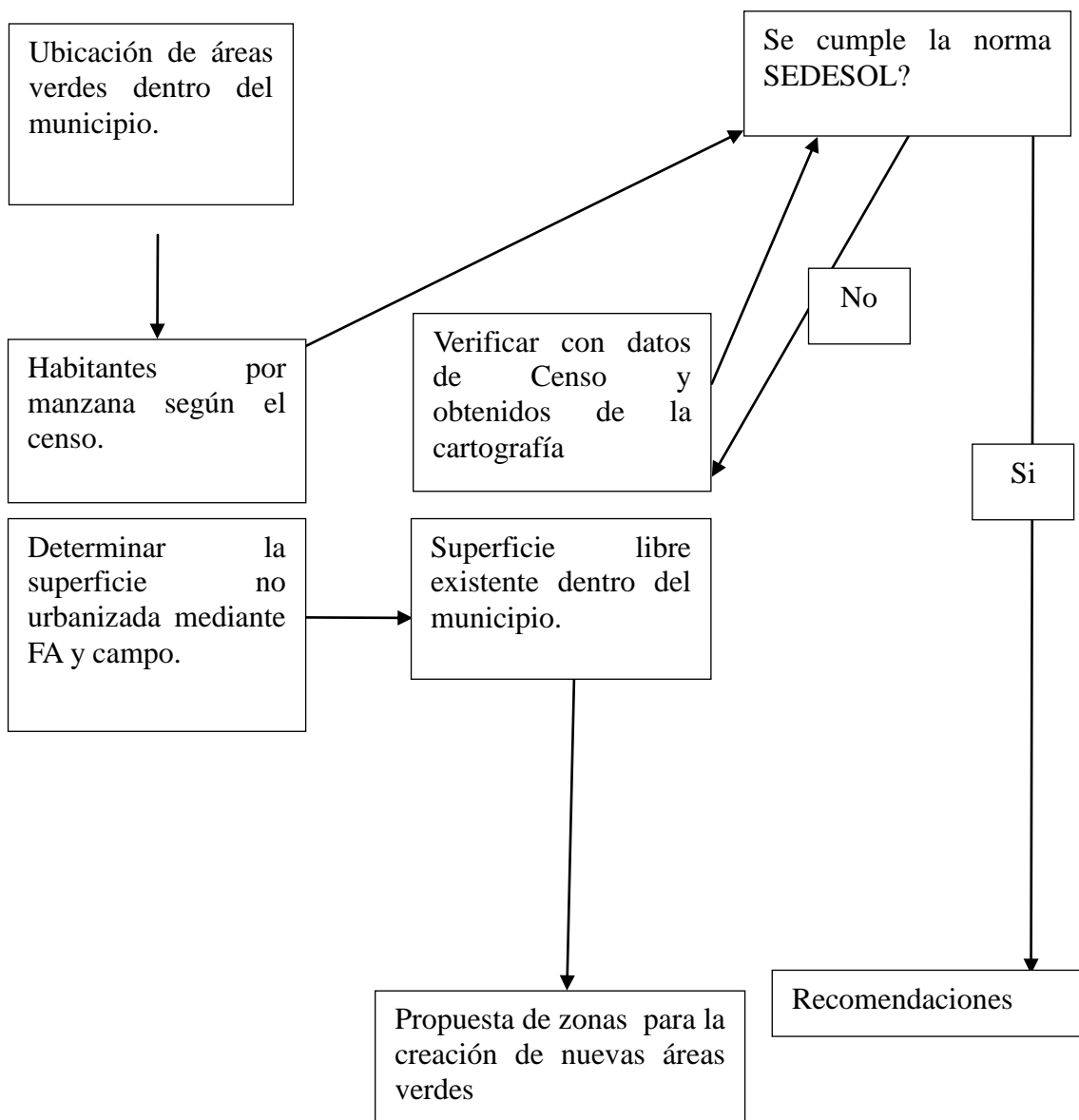


Figura 1. Síntesis del método empleado

Para entender la percepción social acerca del arbolado urbano en Metepec, sus usos y funcionalidad, se aplicaron 200 cuestionarios en 4 visitas a campo durante los meses de Noviembre y Diciembre de 2010, mismas que se distribuyeron de la siguiente manera: 40 en el parque Bicentenario, 40 en el Calvario, 50 en los fraccionamientos Izcalli y 25 en el parque Árbol de la Vida, 25 en el parque de las Pilitas y 20 en la localidad San Bartolomé Tlaltelulco a 200 personas mayores de edad escogidas al azar. En estas entrevistas se preguntan los siguientes aspectos: Número de habitantes en el domicilio, si existen y usan las áreas verdes cercanas a su domicilio y si desean que existan más de estos espacios verdes. Una muestra más detallada de la estructura de la entrevista aplicada se muestra en el anexo 2.

Esta se complementa con un análisis cartográfico de la densidad del arbolado urbano. Para la obtención de la cartografía de la densidad de arbolado dentro de la zona urbana del municipio de Metepec se necesitaron los siguientes insumos:

- Ortofotos con las siguientes claves: E14A38d3, E14A38d4, E14A48a1, E14A48a2 y E14A48b1 las cuales cubren al municipio de Metepec con escala 1:5,000 del año 2009.
- Cartografía vectorial en formato de ArcView GIS (archivo *shape*) del municipio de Metepec generada por INEGI.
- Cartografía vectorial en formato de ArcView GIS (archivo *shape*) de las Manzanas de la zona urbana de Metepec generada por INEGI.
- Número de habitantes del municipio de Metepec del Censo de Población y Vivienda 2010 generado por INEGI.

Las ortofotos digitales fueron procesadas con la extensión *image analysis* del software ArcView GIS 3.3 para clasificarlas (clasificación no supervisada) mediante el comando *categorize*, en el cual se reconocieron 30 categorías, basándose en el número digital registrado para los diferentes elementos de la superficie terrestre registrados en la foto. El producto de la clasificación fue sobrepuesto sobre la foto original y coloreado con un esquema de coloración único por categoría que permitiese destacar la vegetación. Habiendo identificado las categorías que mostraron mayor coincidencia con las zonas arboladas en la imagen original, se



reclasificaron estas categorías y se convirtieron del formato ráster nativo de la imagen a formato vectorial. Los polígonos de formato vectorial se sobrepusieron en la imagen original, donde se verificó que fueran efectivamente vegetación, eliminando sombras y otros objetos de respuesta espectral y número digital parecido a la vegetación. Los polígonos cartografiados de la vegetación de las diferentes fotos se unieron con el geo procesador (*geoprocessing wizard*) del mismo software para obtener una cartografía única de la vegetación del municipio. Esta cartografía única de la vegetación del municipio se recortó con la forma de las manzanas de Metepec, haciendo uso del comando clip del mismo geo procesador. Por esto es que el presente análisis incluye sólo el arbolado en la zona urbanizada del municipio, donde se tiene registro de las manzanas. Aquél arbolado fuera de la traza de las manzanas no fue considerado. De igual forma en esta tesis no se considera arbolado urbano las extensiones de pasto aislado.

La cartografía de vegetación recortada por manzanas se vinculó desde su tabla de atributos con los registros de manzana, haciendo uso del campo de clave de manzana. En esta se recalculó el área arbolada mediante la calculadora de valores de campo y el comando *return Area*. De esta forma se obtuvo una cartografía con la superficie arbolada y la población para cada una de las manzanas. En esta se calcula la densidad, dividiendo la vegetación entre los habitantes. Esta cartografía se utilizó también para generar y cartografiar las categorías de densidad de arbolado en las manzanas. También, se desarrolló una consulta espacial en esta cartografía con el criterio de  $9 \text{ m}^2$  por habitante (densidad establecida por la norma OMS), mediante el constructor de consultas desde la base de datos. El resultado de esta consulta se guardó como una cartografía independiente denominada necesidades de arbolado. Esta cartografía se consultó nuevamente con el constructor de consultas de la base de datos, para seleccionar aquellas manzanas cuya densidad de arbolado era inferior a  $2 \text{ m}^2$  por habitante, por lo que se les consideró urgentes de atender. En ellas se localizaron y cartografiaron aquellos predios que por su uso y extensión, sin considerar la tenencia de la tierra tienen potencial para ser convertidos a parques urbanos. Esta

cartografía se desarrolló por zonas y colonias. Para una descripción más detallada de los procesos seguidos se presenta el anexo 2.

De esta cartografía también se desarrollaron las gráficas pertinentes relacionadas con la vegetación urbana y la población.

Para complementar la información generada mediante cartografía se hicieron recorridos, tanto de los espacios verdes urbanos que existen en la actualidad, cuyas características se comentan considerando su estado y funcionamiento, como de aquellos sitios con potencial para ser convertidos en espacio verde de los cuales se presenta su estado actual.

De esta forma se identifica el estado actual de la densidad del arbolado urbano, las zonas necesitadas de acciones y las zonas más urgentes. Así mismo, se hacen recomendaciones de sitios que podrían contribuir a mejorar la condición del arbolado del municipio.

### CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE METEPEC

#### 1.1 Localización

El municipio de Metepec se encuentra en el Valle de Toluca, entre las coordenadas 19° 15' 14" al norte, al sur 19° 12' 53" de latitud; al este 99° 30' 45", al oeste 99° 36' 17" de longitud; a una altura promedio de 2,620 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son al norte y al oeste con el municipio de Toluca, al sur con los municipios de Calimaya, Mexicaltzingo y Chapultepec y al este con los municipios de San Mateo Atenco y Santiago Tianguistenco (Figura 2). Su extensión territorial es de 70.43 Km<sup>2</sup>; equivalentes al 0.32% del territorio total del Estado de México.

Metepec forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, misma que está integrada por 22 municipios. Estos son: Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec. El municipio de Metepec, para su organización territorial, está integrado por una Cabecera Municipal en la cual se conforma de seis Barrios y uno más en el pueblo de Santa María Magdalena Ocotitlán, diez Pueblos, diecisiete Colonias Urbanas y/o Agrícolas, treinta y un Fraccionamientos, ciento sesenta y ocho Condominios, treinta y ocho Desarrollos Residenciales, tres Desarrollos (Quintas), veinte Villas, cinco Rinconadas, seis Conjuntos, tres Conjuntos Urbanos y siete Unidades Habitacionales (PDM 2009-2012).

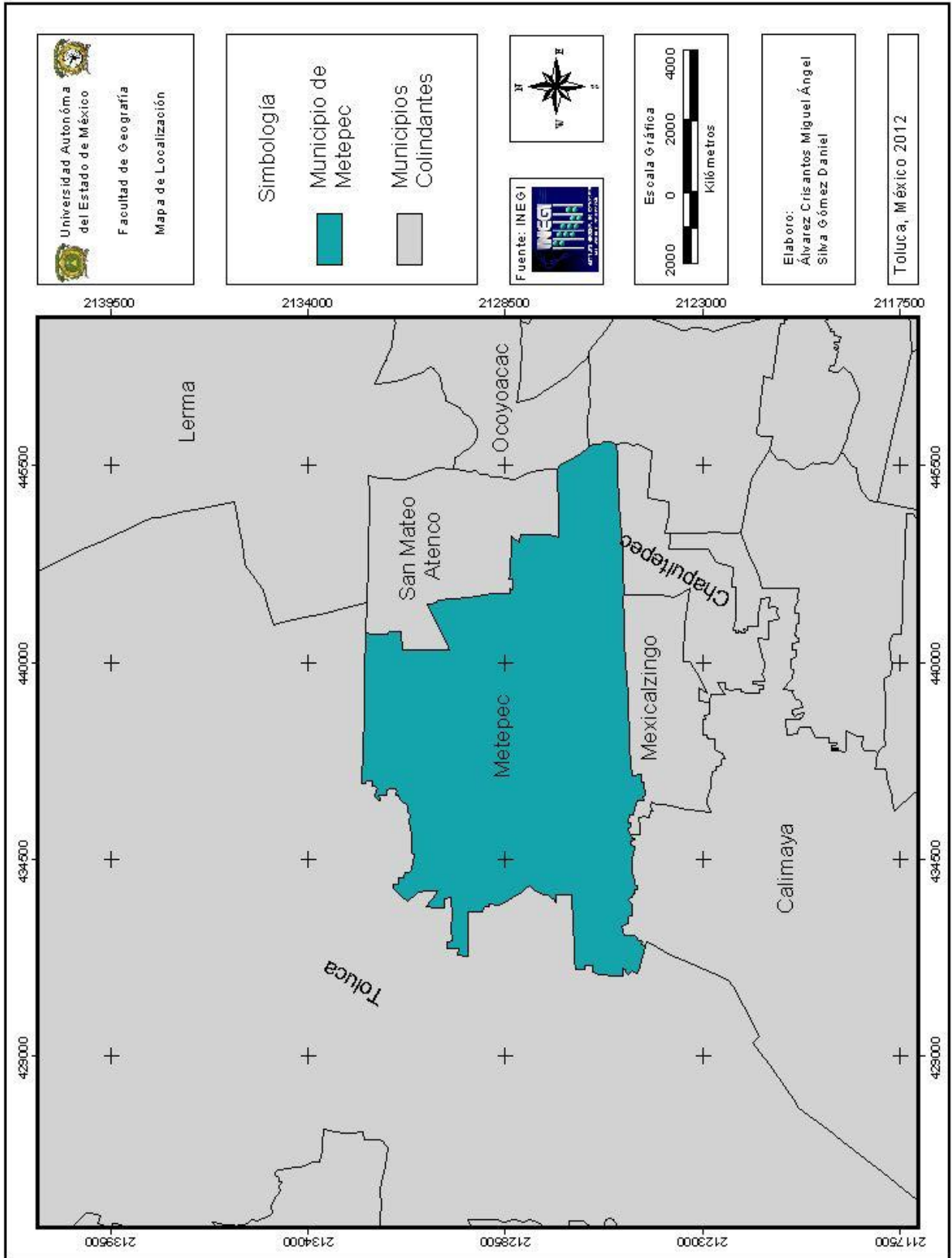


Figura 2. Mapa de Localización.

## **1.2 Clima.**

El clima predominante en Metepec es templado subhúmedo C(w2), caracterizado por ser el menos húmedo dentro de las variantes del clima templado. Con respecto a la precipitación, presenta un promedio anual de 800 Mm., registrándose en julio el mayor índice y en febrero el menor.

La localización de Metepec dentro del Valle de Toluca, por su altitud, sus características orográficas e hidrográficas, dan por consecuencia la formación de un clima templado en primavera; templado húmedo con lluvias en verano; semifrío con ligeras lluvias en otoño y frío en invierno. La temperatura media fluctúa entre los 14 °C, la máxima entre los 28 °C y la mínima entre los 3.5 °C. La temporada de heladas de invierno en ocasiones se prolonga hasta los meses de marzo y abril (PDM 2009-2012).

## **1.3 Relieve**

El principal relieve que compone al municipio es plano. La única alteración de la planicie corresponde al cerro de Metepec (El Calvario), cuya altura aproximada es de sesenta metros sobre el nivel de la cabecera. Existe una línea de continuidad y similitud bastante definida entre los elementos geológicos que componen las serranías de las Cruces y el Nevado, y consecuentemente, al breve sistema de cerros de los alrededores de Toluca, entre las cuales está considerado el de Metepec.

La figura 3 ilustra el relieve del municipio y permite observar que en su mayoría existe un relieve plano, lo cual permite a los habitantes del mismo tener acceso a un moderno sistema carretero. Cabe señalar que el relieve tan noble que existe en el municipio es clave para su progresivo desarrollo poblacional y económico; que ha generado su alta plusvalía. Además de estar en un punto geográficamente clave por su cercanía con la capital del estado de México. (PDM 2009-2012).

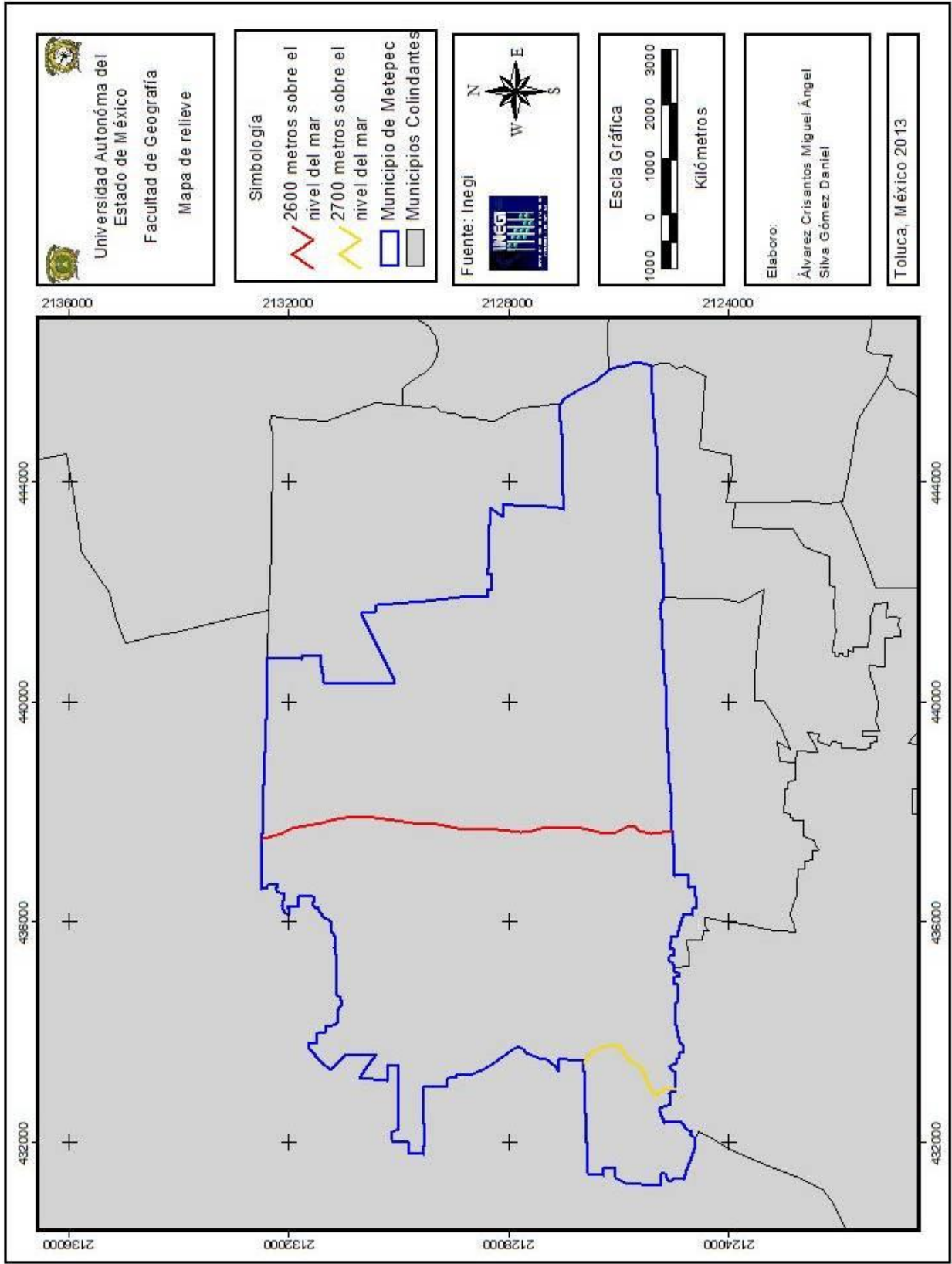


Figura 3. Mapa de Relieve.

#### **1.4 Geomorfología.**

La geomorfología del municipio se caracteriza por ser una llanura con pocas topofomas de consideración, entre ellas está el Cerro de los Magueyes ubicado en la cabecera municipal, con una altura máxima de 2,690 metros sobre el nivel del mar, con pendientes mayores a 4.4%, variando su altura de los 75 a 90 metros; además de manifestar susceptibilidad a desprendimientos rocosos y deslaves. En las localidades de Santa María Magdalena Ocotitlán y San Bartolomé Tlaltelulco, ubicadas al suroeste del municipio se localiza una zona de lomeríos que sobrepasan 5% de pendiente (PDM 2009-2012)

El 98.44% del territorio municipal manifiesta pendientes de 0 a 5%, territorio que no presenta problemas para las actividades agropecuarias o urbanas, dichas pendientes descienden hacia el municipio de San Mateo Atenco. La estructura y formación de suelos del municipio corresponde a cuatro tipos, mismos que son: la Brecha Volcánica Básica que representa el 1.49% de la superficie del territorio municipal, Aluvial (Al) suelo predominante con un 83.30%, Lacustre (La) es el segundo suelo predominante con 12.60% y Volcanoclástica (Vc) con el 2.61% del suelo municipal (PDM 2009-2012)

#### **1.5 Hidrología.**

En cuanto a hidrología; no existen corrientes superficiales de importancia, pues las que hay son arroyos que son utilizados como drenes naturales. Sin embargo, existen corrientes subterráneas con importantes veneros, mantos acuíferos y freáticos que se utilizan para la extracción de agua y su posterior potabilización y distribución.

La red de infraestructura hidráulica es de 48 pozos, que representan la totalidad de las fuentes de abastecimiento; 28 de éstos son operados por un organismo descentralizado, y el resto por comités vecinales no municipalizados. (PDM 2009-2012).

## 1.6 Características y uso de suelo.

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes del municipio, en donde se desarrollan actividades vitales del hombre, de plantas y animales. El tipo de suelo predominante es el feozem háplico y lúvico, con una acumulación de materia orgánica. Con suelo asociado cambisol leútrico saturado en bases. Distribuidos así, el 31 % lo ocupa la zona urbana, el 59 % la agricultura, el 1 % la pecuaria y el 9 % destinado a otros usos (figura 4). (PDM 2009-2012).

En Metepec se identifican dos unidades edafológicas, que en orden de importancia por la superficie que ocupan son: Feozem y Vertisol. El Feozem es un suelo arcilloso y con facilidad se transforma en barro, además de ser rico en materias orgánicas y nutrientes. En condiciones naturales tiene casi cualquier tipo de vegetación, desarrollándose desde los terrenos planos hasta las montañas. Son susceptibles a la erosión, dependiendo de las características del lugar donde se encuentran. Así, este tipo de suelo es clasificado como profundo y al situarse en terrenos planos, es utilizado con gran éxito para la agricultura, tanto de riego como de temporal. Cuando se localiza en pendientes es utilizado para la ganadería, además de tener buenos resultados en la creación de asentamientos humanos. Presenta una zona lítica profunda, es decir, un lecho rocoso entre los 30 y 100 centímetros de profundidad con Feozem de textura media. Este suelo abarca el 98.90% del territorio municipal. La subunidad existente es Feozem Háplico. El vertisol es un suelo de color oscuro, que se caracteriza por ser duro, presentando agrietamientos en general durante la época de sequía y expansivos cuando se encuentra húmedo. Para la agricultura es un suelo fértil y altamente productivo, pero pesado para la labranza. En el uso urbano, es considerado como problemático, ya que cuando se encuentra húmedo sus partículas se expanden y al secarse disminuyen su volumen, lo que da lugar a agrietamientos, y presenta drenaje interno lento. Presenta una fase física que es lítica profunda, con el lecho rocoso entre 50 y 100 centímetros de profundidad y no es una limitante importante para la actividad agrícola, mientras que para el uso urbano disminuye el potencial de excavación, así como el drenaje interno (PDM 2009-2012).



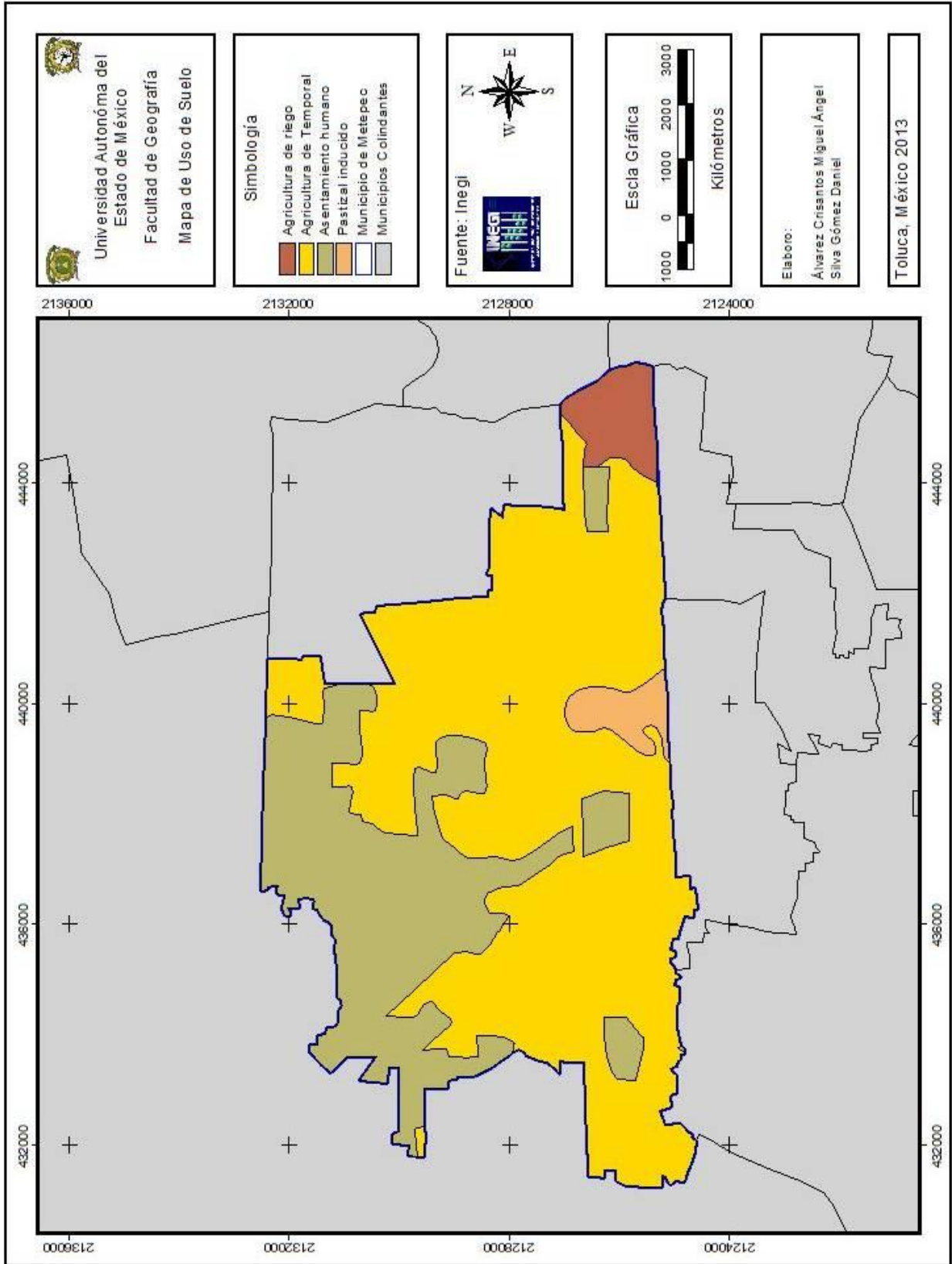


Figura 4. Mapa de Uso de Suelo.

## **1.7 Recursos naturales.**

En el municipio existen minas de arena, grava y piedra que proveen de material a las obras de construcción de la región, así como a las pequeñas fábricas que lo producen. Las minas representan una importante fuente de trabajo en la localidad.

## **1.8 Flora.**

La vegetación que predomina es la llamada acuática ropería o de ribera, constituida por árboles, hierbas y arbustos, localizados en zonas templadas como el resto del río Lerma. Existen algunas variedades de árboles como pino (*Pinus montezumae*), sauce llorón (*Salix babilónica*), cedro (*Cupressus lindleyi*), trueno y fresno. De los árboles frutales que se cultivan en casas particularmente y otros que crecen en forma silvestre se pueden mencionar al tejocote, chabacano, capulín, manzana, durazno, ciruelo, higo, mora, membrillo y nogal.

Existen plantas medicinales tales como: manzanilla, yerbabuena, gordolobo, iztafiate, cedrón, árnica, ruda, ajeno, malva, epazote de perro, eucalipto, diente de león, entre otras.

El cultivo de las plantas de ornato, tiene un cuidado especial: crisantemo, rosa, palma, helecho, dalia, clavel, bugambilia, pensamiento, margarita, margaritón, alcatraz, malvón, geranio, violeta, heliotropo. Aún queda producción de las cactáceas como el maguey y el nopal y aunque ha disminuido notoriamente. (PDM 2009-2012).

## **1.9 Fauna.**

Actualmente la fauna pasa por un proceso de peligro de extinción. Por esta razón, los animales que raras ocasiones pueden observarse son: ardilla, hurón, cacomixtle, tuza, camaleón, nuco, acocil, víbora de cascabel, tlacuache, zorrillo, topo, liebre, tórtola, zopilote, búho, murciélago, ratón de campo, lagartija y otras.

Entre la fauna doméstica encontramos: conejos, palomas, vacas, cerdos y borregos que sirven principalmente para la alimentación; caballos y burros que se

utilizan principalmente para transporte de algunos productos del campo; perros, gatos y pájaros que sirven principalmente de compañía.

Finalmente habría que mencionar a las aves, a los insectos y a los peces que todavía se encuentran por algunas partes del municipio: gorrión, calandria, paloma y pato; grillo, cucaracha, hormiga, abeja, mariposa, escarabajo, luciérnaga, ciempiés, araña; charal, carpa. (PDM 2009-2012).

## **2.0 Zonas de valor Histórico y Cultural.**

El Municipio de Metepec es poseedor de un valioso patrimonio histórico, manifestado en su arquitectura de carácter religioso. Este patrimonio arquitectónico fue producto en gran medida, del establecimiento de los misioneros franciscanos en la antigua provincia de Metepec; los frailes fundaron en el siglo XVI un convento dedicado a San Juan Bautista, el que tuvo funciones de colegio y casi al tiempo de erigir este convento, los evangelizadores edificaron algunas de las capillas de los barrios y pueblos. Las construcciones religiosas, en su mayoría son de adobe, reforzadas con grandes contrafuertes de mampostería, mientras que los templos se realizaron en piedra con esbeltos campanarios. En la Ciudad Típica destaca el Convento de San Juan Bautista, del cual se tienen noticias desde el año 1585 a través de las crónicas de Fray Alonso Ponce durante su visita a la Nueva España que hace alusión a los claustros alto y bajo. Más tarde se levantó el actual Templo Parroquial construido durante el siglo XVIII, cuyos anexos se edificaron posteriormente. ((PDM 2009-2012).

## **2.1 Economía.**

La principal actividad económica es la industria, en gran parte de capital extranjero. En segundo lugar se ubica el turismo y la exportación de artesanías. La mayor parte del municipio depende de la capital del Estado para el abastecimiento eléctrico, y en ciertas zonas, para el suministro de agua. Aunque esto cada vez es menos frecuente ya que los grandes fraccionamientos proponen medidas diferentes, agregando que los habitantes de Metepec tienen mayor poder adquisitivo en comparación con la capital Mexiquense.

Metepec tiene un PIB cercano a los 4,700 millones de dólares (2,000 millones de Euros) que son fruto de la inversión extranjera y de una actividad económica cada vez más pujante. El PIB per cápita es alto comparado con el del país e inclusive su ciudad vecina y capital del estado: Toluca. \$USD 19,265 PIB Per cápita para Metepec en 2009 cercano a los parámetros de los países Desarrollados. El municipio esta altamente desarrollado pero la riqueza no está bien repartida por lo que algunos sectores tienen problemas.

- PIB Per cápita Metepec 2010: \$19,500 USD
- PIB Per cápita Toluca 2010: \$11,900 USD
- PIB Per cápita México 2010: \$11,000 USD

El municipio comenzó un *boom* de construcción de comercios a partir de los años noventa, lo que atrajo comercios que a su vez transformaron a Metepec en el Centro Financiero más importante de la ciudad. Logrando atraer empresas internacionales para invertir en la zona.

Así mismo el municipio se ha visto beneficiado por la industria de la construcción, que está en auge en este lugar. Recientemente se han desarrollado una variedad de fraccionamientos y zonas residenciales, lo mismo que centros comerciales y tiendas de autoservicio. Es de reconocer la labor de los habitantes de este lugar, que han logrado conjugar la cara colonial de Metepec con la floreciente industria de la construcción moderna y en algunos casos de estilo mediterráneo ó minimalista, conservando una perfecta armonía. La riqueza de elementos típicos de la región ha permitido que el pueblo de Metepec sea reconocido dentro de la categoría de “Pueblo Mágico” por la Secretaría de Turismo.

Uno de los grandes ingresos económicos en Metepec son los Antros - bares y discos que se encuentran repartidos por todo el municipio, y que son visitados no sólo por los metepequenses sino también por jóvenes incluyendo a los ciudadanos de la capital del Estado de México y de todo el Valle de Toluca (Ciudad de Toluca, Zinacantepec, Lerma, San Mateo Atenco), así como las plazas comerciales, como

Galerías Metepec, Plaza las Américas y Pabellón Metepec, que son centro de atención de gente de todas las edades del Valle de Toluca. (PDM 2009-2012).

## **2.2 Población.**

Los pobladores más antiguos fueron los matlatzincas y los otomíes, posteriormente llegaron los mazahuas y los acolhuas. A este valle se le denominaba antes de la conquista como Valle de Matlazinco.

La población del municipio según datos del INEGI Censo de Población y Vivienda 2010 es de 214,162 habitantes de los cuales 103,059 son mujeres y 111,103 son hombres, el 40% es originario de esta zona, mientras el otro 30% proceden de ciudad de México y un 30% de extranjeros en su mayoría argentinos y españoles.

Metepec es el segundo municipio del estado con más extranjeros después de Huixquilucan.

Metepec se divide en 3 partes las cuales son:

La zona residencial y financiera que ocupa el norte y oriente del municipio con fraccionamientos de primer nivel comparables con los suburbios más exclusivos del país, además de ser una gran zona financiera.

La zona tradicional es la parte central que alberga los centros turísticos, parroquias, y comercios pero ya con gran presencia de fraccionamientos residenciales que se imponen con algunas colonias populares.

La zona sur es probablemente la nueva zona residencial ya que está conectada por vías rápidas a la ciudad de México y la zona turística de Ixtapan y Taxco. (PDM 2009-2012).

## **2.3 Educación.**

En Toluca, como capital del Estado de México, se concentran diversas e importantes instituciones educativas, destacando la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) y las dependientes de la Secretaría Estatal en la materia.

En el Municipio de Metepec se encuentra el Instituto Tecnológico de Toluca, fundado en el año de 1972. La población estudiantil era de 400 alumnos en aquella época; actualmente ofrece 8 ingenierías y es uno de los institutos más reconocidos a nivel nacional.

Cuenta con 465 escuelas que son atendidas por 7,620 profesores. El analfabetismo se ubica en un 6.53%, lo que se considera como un nivel moderado en un municipio de la República Mexicana.

Además cuenta con la Escuela Preparatoria Oficial No.33, ubicada en la calle de Cerrada de Aquiles Serdán núm. 111 (entre el Cerro del Calvario y calle Vicente Guerrero, Barrio de San Miguel). Esta institución educativa cuenta con dos turnos: matutino y vespertino. Existen también escuelas del tipo bachillerato tecnológico como el CBT Ezequiel Capistrán Rodríguez, ubicado en la calle Matamoros núm. 714 barrio de San Mateo. El CECyTEM Metepec ofrece carreras como: Electrónica Automotriz, Mecatrónica, Instrumentación e Informática todas ellas a nivel técnico. Algunas escuelas de paga sobresalientes son: la Universidad del Valle de México, IUEM, Aristos, Cenca, Argos y la universidad Didáskalos (PDM 2009-2012).

### RESULTADOS

#### 2.1 Resultados del análisis cartográfico digital

La figura 5 ilustra la zona urbana del municipio de Metepec. Los contornos en color gris y relleno amarillo muestran las manzanas, por otra parte los polígonos con relleno verde representan el arbolado que existe en el municipio.

El cerro del Calvario es uno de los espacios que alberga en su interior la mancha más importante de arbolado urbano del municipio. Casi en su totalidad este sitio está cubierto por cubierta forestal de vital importancia para los pobladores del municipio. Otro espacio que propicia la mejora de la calidad del aire y sus multifuncionalidades en gran escala es la zona del club de golf San Carlos; que con su arbolado presente en el campo de juego y jardines de las casa, además de embellecer y darle plusvalía al territorio es una fuente de servicios ambientales sumamente útil y eficiente. En los confines del parque Bicentenario también hay un alto porcentaje de vegetación del municipio. Esto debido a las campañas de reforestación y conservación de las especies forestales ahí presentes.

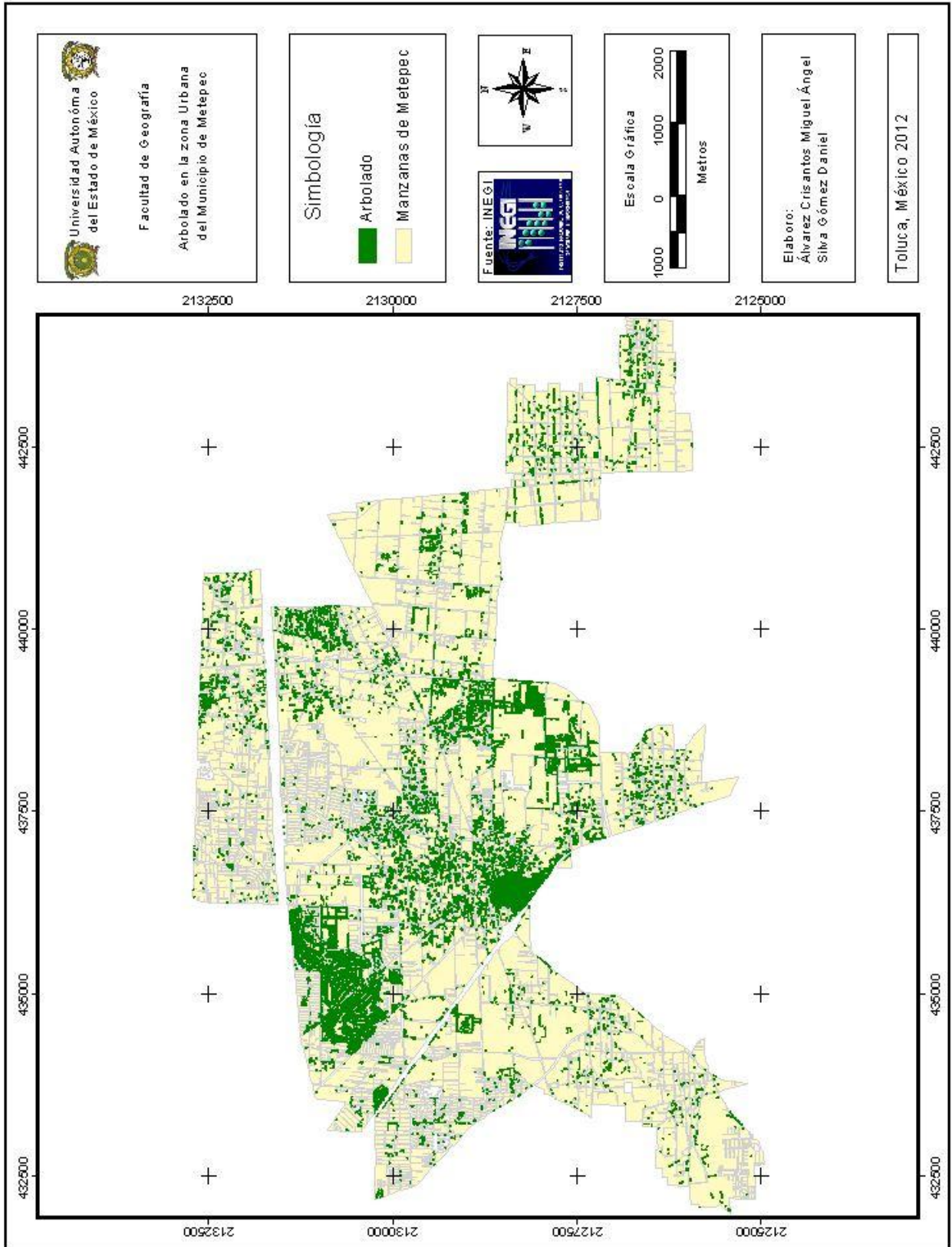


Figura 5. Mapa del trazo de las manzanas y superficie arbolada.



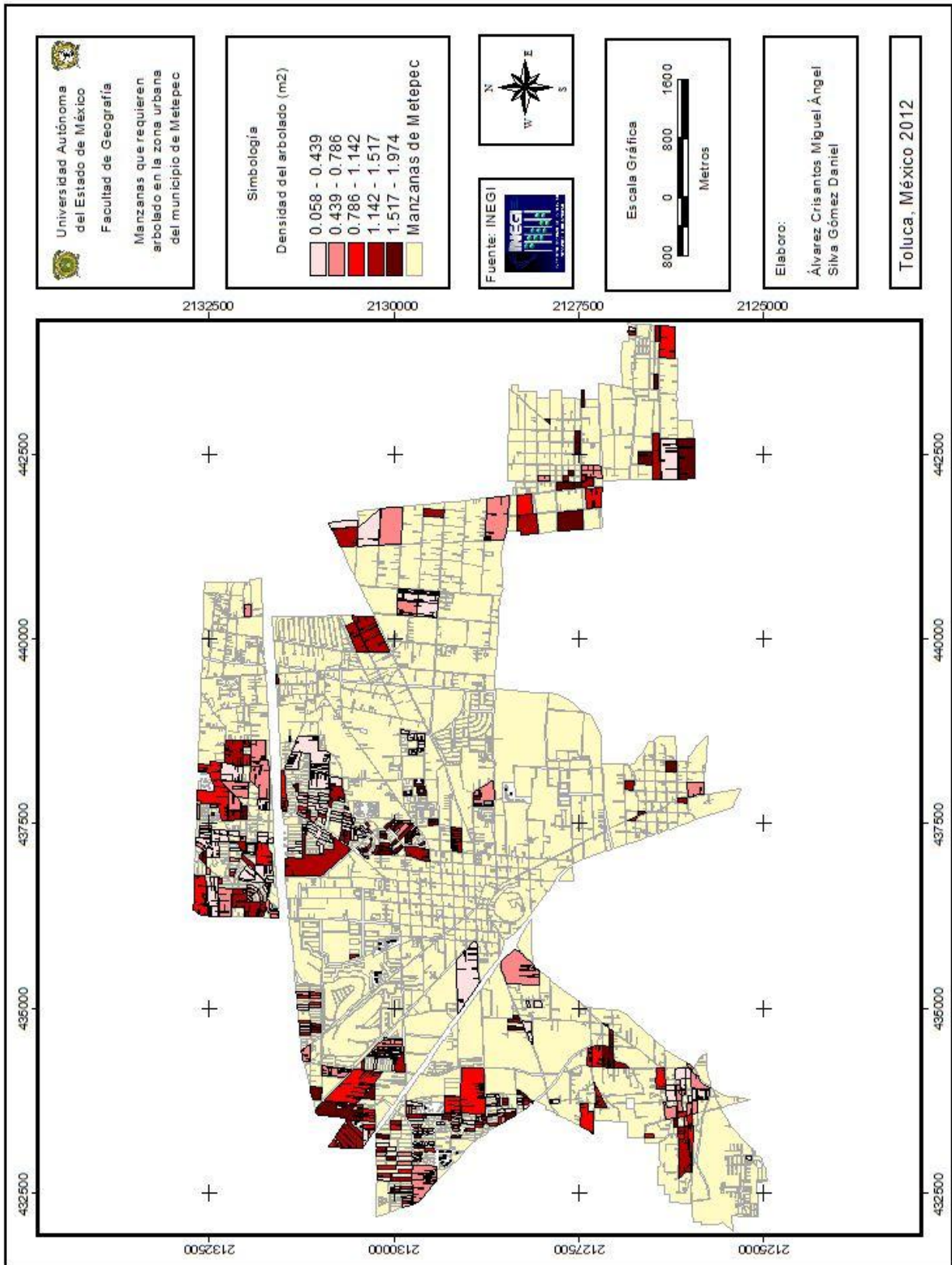


Figura 6. Mapa de densidad del arbolado urbano en manzanas de la zona urbana.

La figura 6 muestra los sitios de menor y mayor atención en cuanto a la implementación de arbolado urbano del municipio, el presente mapa ilustra el municipio de Metepec y el metraje de arbolado urbano correspondiente a cada manzana.

A continuación se enuncia la simbología del mapa de la figura 6.

Numero	Tonalidad de color	Arbolado (M <sup>2</sup> )
No.1		0.058 - 0.439
No.2		0.440 - 0.786
No.3		0.787 – 1.142
No.4		1.143 – 1.517
No.5		1.518 – 1.974

Figura 7. Densidad de arbolado que compone la simbología del mapa.

Como se aprecia en la figura 7 las manzanas más afectadas del municipio cuentan un máximo de 0.439 M<sup>2</sup> de arbolado urbano; lo cual repercute en la calidad de vida de sus habitantes. A continuación se revisa la ubicación de éstas manzanas afectadas según porciones del municipio.

En la porción noroeste se muestran las colonias: La Purísima, Rubí, Residencial Metepec, San Francisco Coaxusco, Hípico, Residencial San Marino, Esmeralda Real de Arcos, Diamante, Zafiro, Rinconada Don Adolfo, Villas Estefanía, Conjunto el Parque, Fracc. El Rodeo y Magdalena.

En la figura 8 se ilustra en color azul el polígono de las colonias que requieren mayor cantidad de arbolado urbano, como se observa en este mapa, son mayoría las manzanas que no cuentan con el metraje necesario para brindar una mejor calidad de vida a sus habitantes.

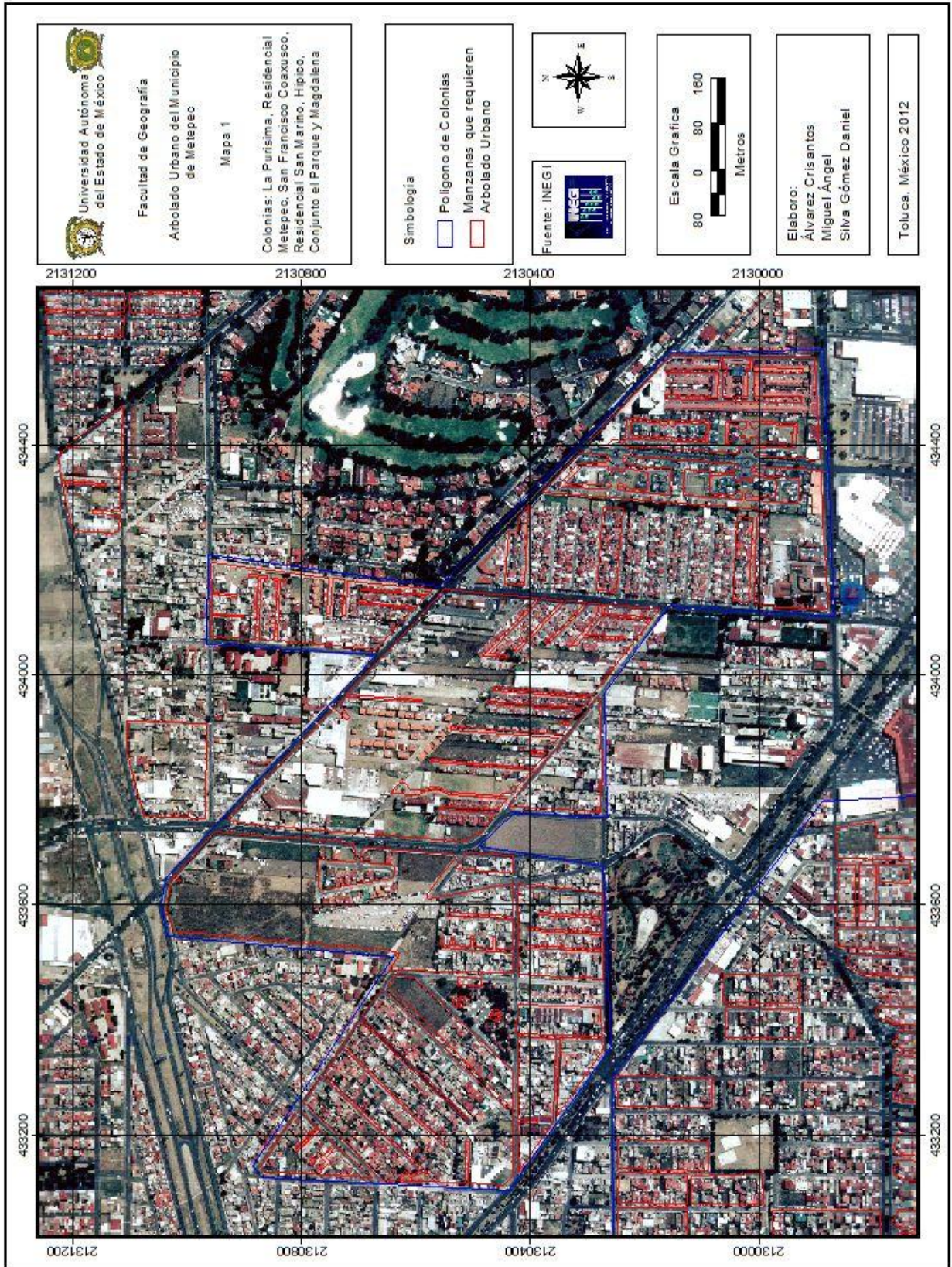


Figura 8. Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción noroeste.

En la porción norte, las colonias con menor índice de arbolado urbano son las siguientes: San Jerónimo Chicahualco, Real de San Jerónimo, Residencial San José, Rinconada los Cedros, Pilares, Fracc. Casa Blanca, Conjunto el Ensueño, Rinconada la Isla, Quintas de San Jerónimo, Prado Norte, Conjunto Renacimiento y Santa Ana. Se encuentran cartografiadas dentro de la poligonal entre las avenidas Paseo Tollocan y Las Torres.

En la cartografía correspondiente a la porción norte del municipio se muestra la poligonal en color azul con las colonias que necesitan un mayor metraje de arbolado urbano. Como se aprecia en esta figura 9 las manzanas que no cuentan con el metraje necesario para brindar una mejor calidad de vida a sus habitantes son mayoría.

La figura 10 representa las principales colonias que requieren ser atendidas entre las cuales se encuentran: la col. Campesina, Las Marinas, Fracc. Hábitat, Fracc. Cuauhtémoc, Fracc. Izcalli, Rancho San Lucas y San Jerónimo Chicahualco. Debido a que presentan una mínima cantidad de arbolado urbano; están por debajo de la norma sugerida por la OMS para lograr el confort de su población. Como se puede apreciar en la figura 10 son cuantiosas las manzanas que necesitan la implementación de arbolado urbano. Estas corresponden a desarrollos inmobiliarios nuevos de interés social, donde evidentemente no se está aplicando la regulación para el establecimiento de nuevos desarrollos.

La cartografía que se presenta la figura 11 engloba las colonias: Juan Fernández Albarrán, Fracc. San Javier, Fracc. Xinantecatl, Conjunto Valle San Javier, Fracc. Solidaridad Villa Azteca, La municipal Conjunto y Residencial las Glorias, Jesús Jiménez Gallardo, Villas San Gregorio, Unidad Habitacional Juan Fernández Albarrán, Conjunto Los Cipreses, Las Jaras, Jorge Jiménez Cantú y Las Margaritas. Mismas que se representan con el polígono de color azul. Los polígonos representados en color rojo muestran las manzanas que requieren arbolado, aunado a esto se suma el factor poblacional que sin duda marca la pauta a seguir en cuanto a que se cumpla o no la norma sugerida por la SEDESOL.

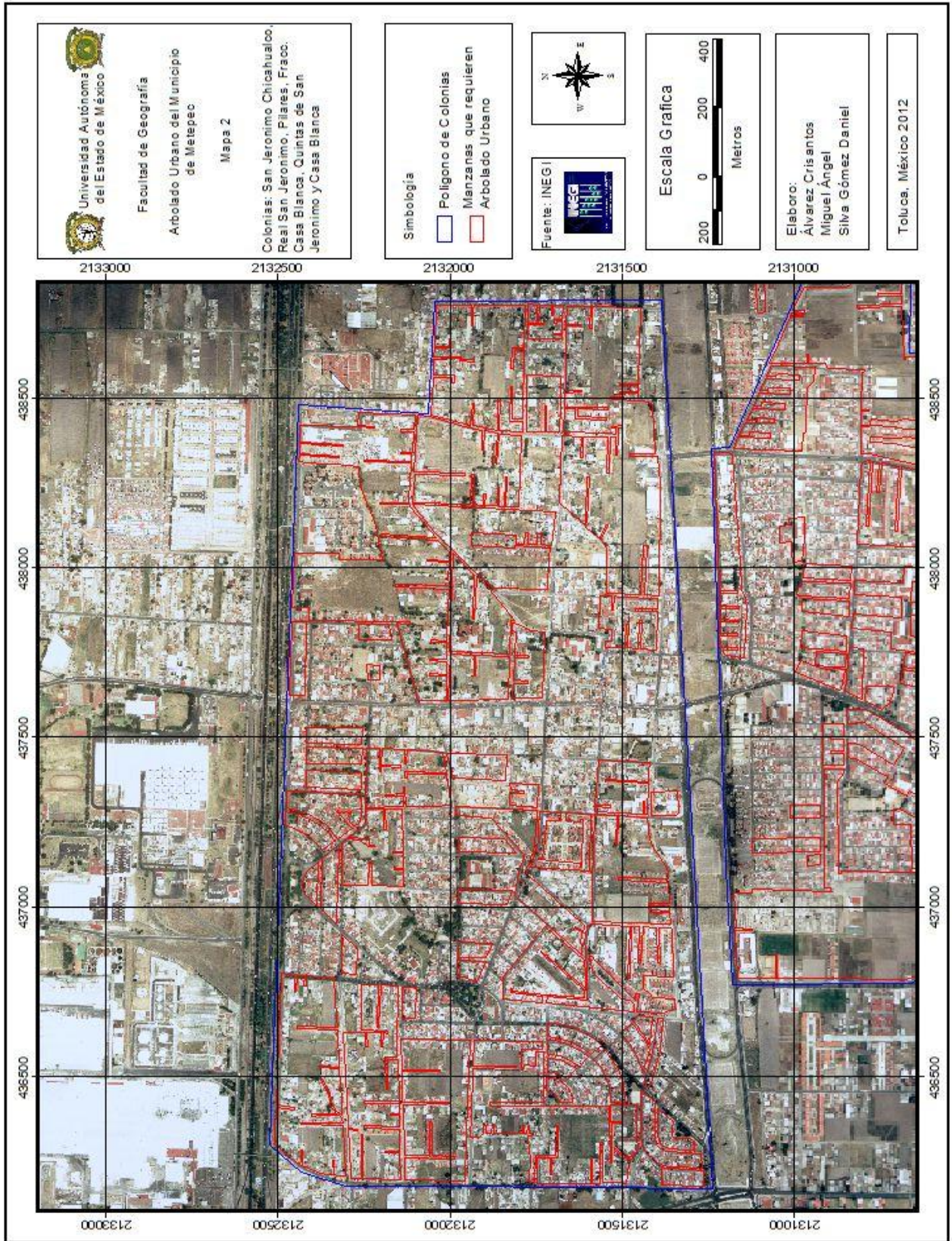


Figura 9 Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción norte.

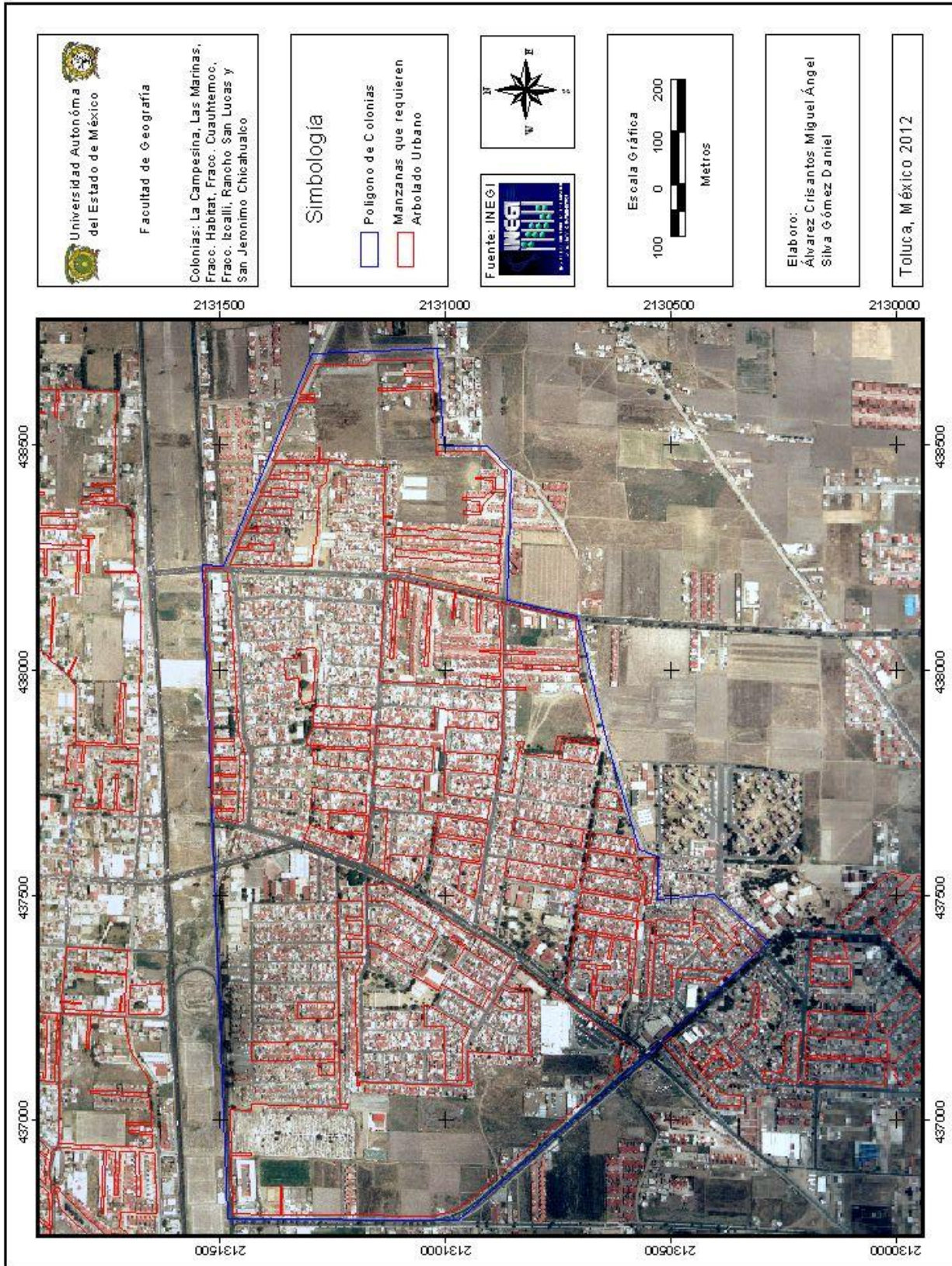


Figura 10. Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción centro norte.

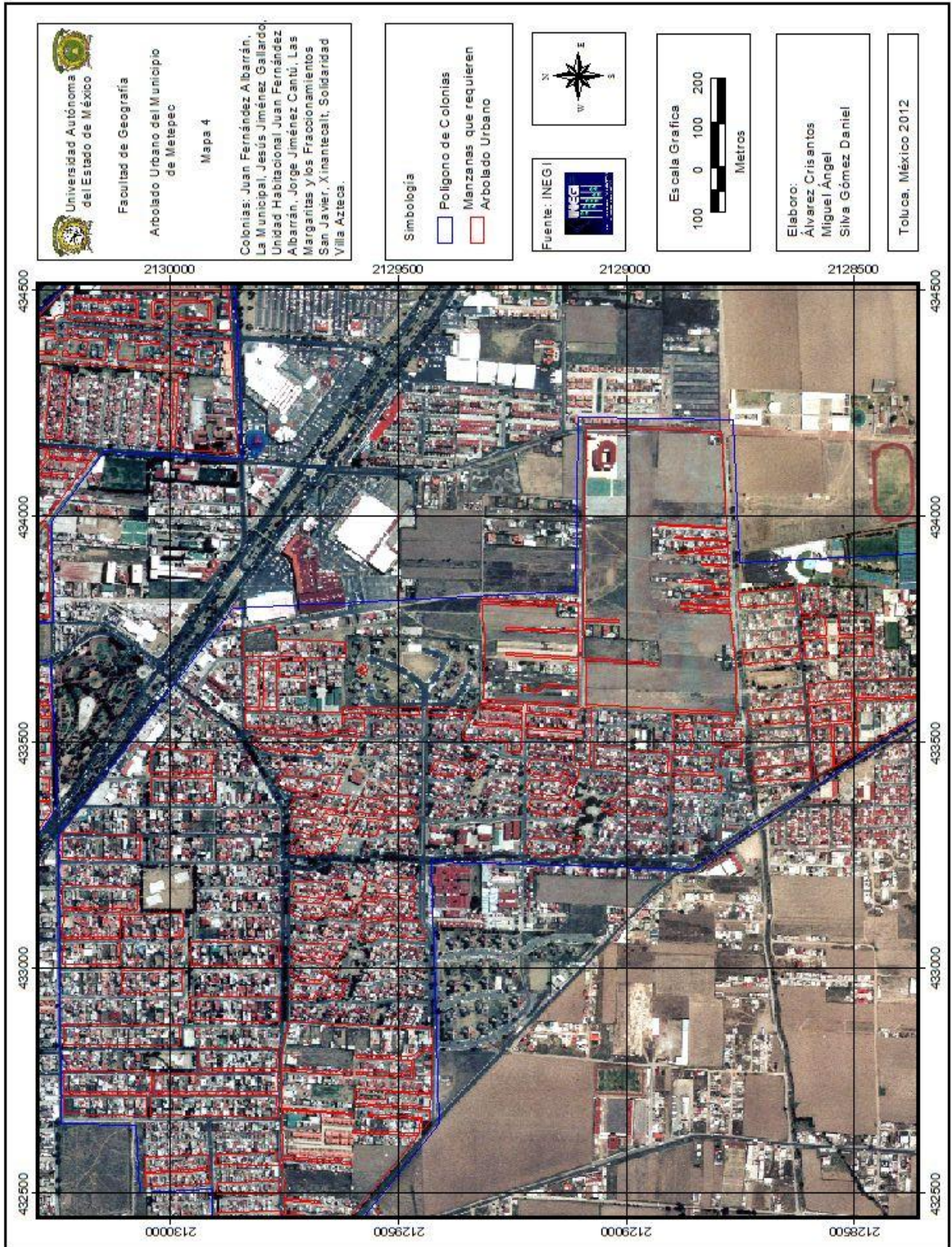


Figura 11. Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción centro oeste.

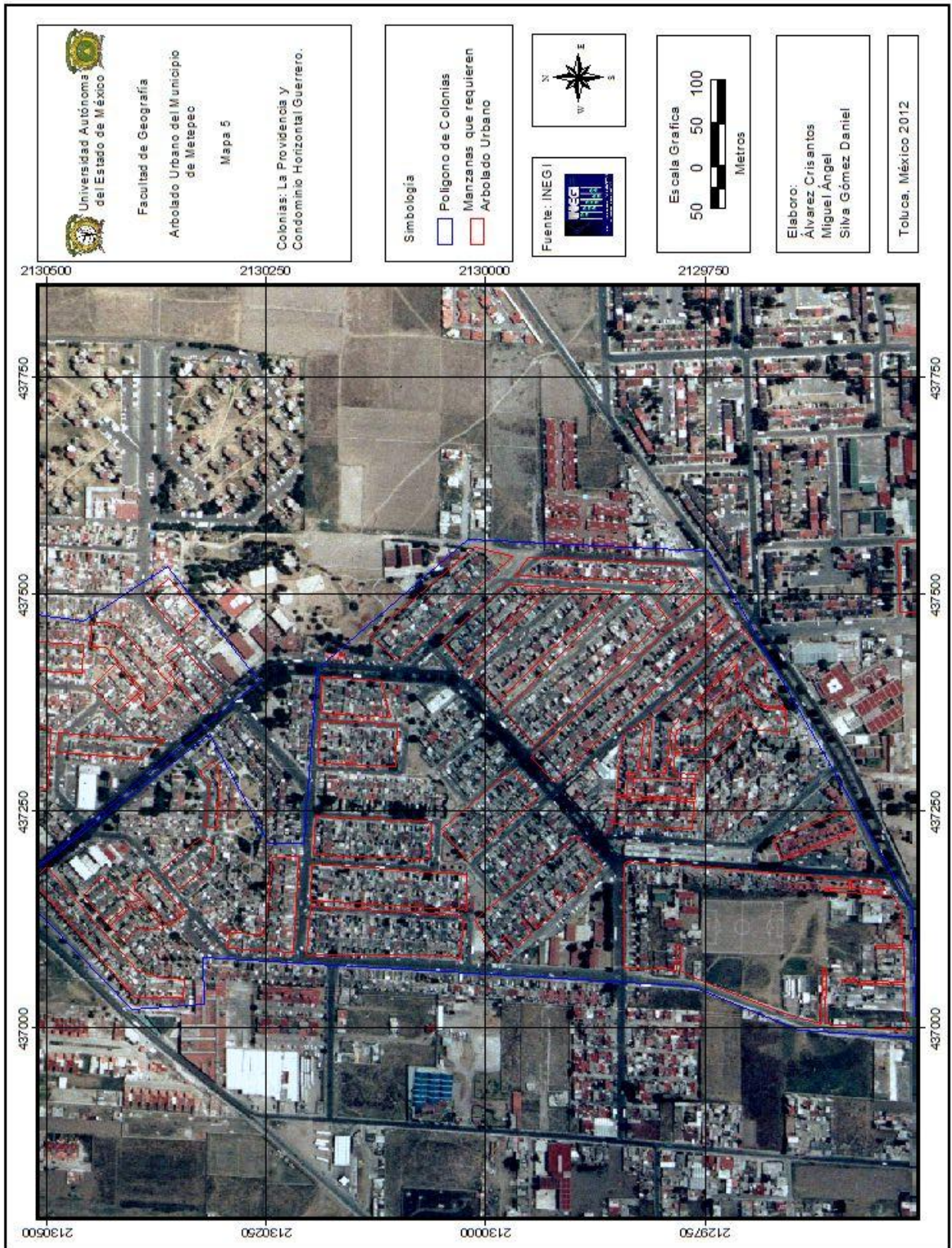


Figura 12. Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción centro.



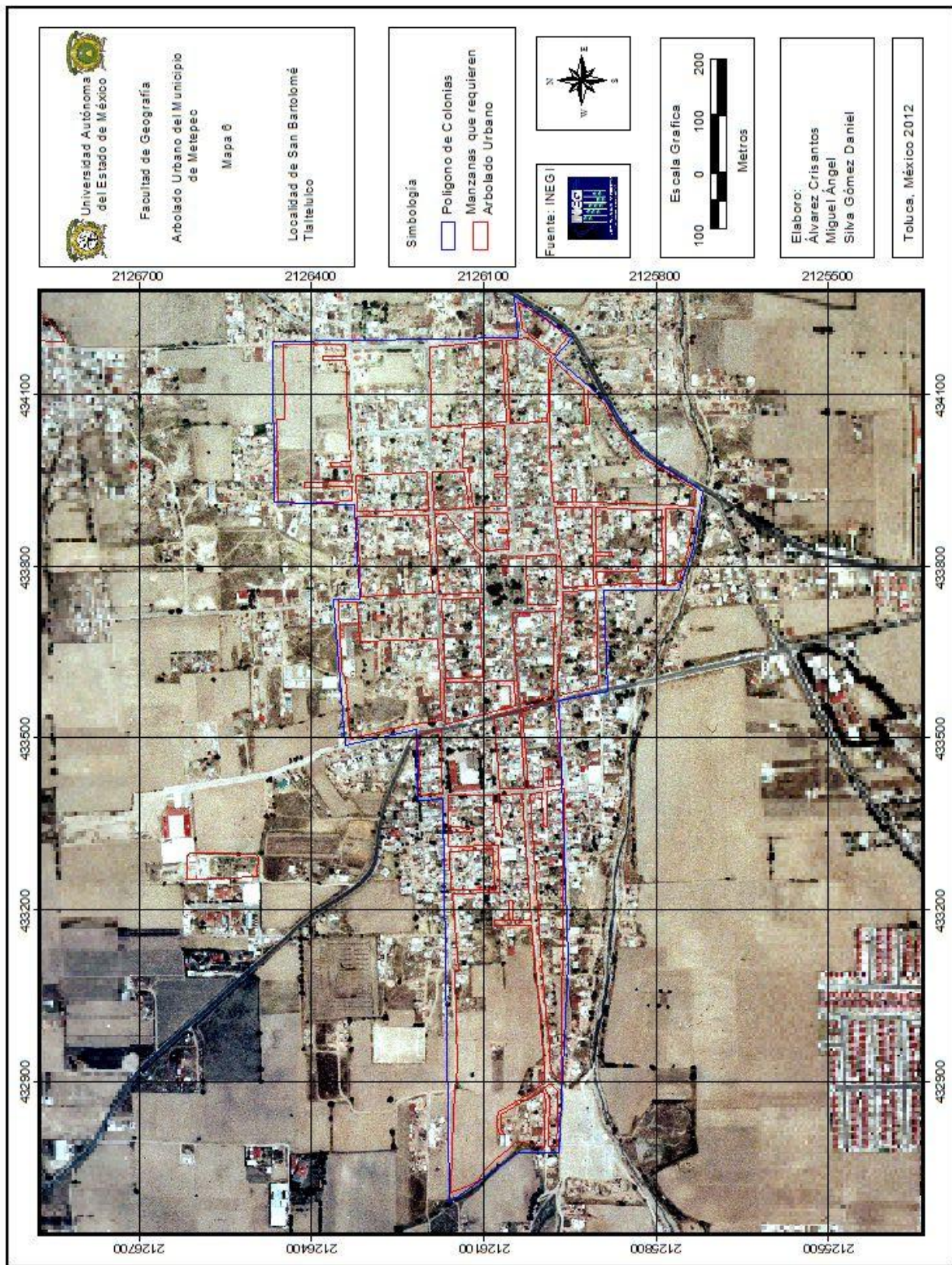


Figura 13. Mapa de manzanas con insuficiente arbolado en la porción suroeste.

En la figura 12 se muestran las manzanas de la colonia la Providencia y el Condominio Horizontal Guerrero. Cabe hacer mención que la avenida principal que atraviesa ambas colonias cuenta con presencia uniforme de arbolado urbano, sin embargo no presenta el arbolado suficiente para cumplir con la norma sugerida por la SEDESOL.

La figura 13 ilustra la localidad de san Bartolomé Tlatelulco se muestra en el contorno en color azul, en el interior del mapa con el contorno en color rojo se muestran las manzanas que requieren un aumento de arbolado urbano. Esta localidad podría ser candidata para que algunos terrenos se puedan incorporar al programa de apoyos a la reforestación y convertirse en espacios verdes.

La presencia de arbolado urbano en los lugares habitados es un aspecto que no debe ignorarse, pues es además obligatorio. La tercera sección del libro quinto del Código Administrativo del Estado de México menciona la calidad de vida de los habitantes como una prioridad del desarrollo urbano. Está estipulado en este documento, que es obligatorio para los nuevos desarrollos contar con espacios recreativos; que incluyan a las áreas verdes y el arbolado urbano.

Lo óptimo para resolver las problemáticas existentes en estas colonias sería unificar esfuerzos para la creación de estos espacios. Además de dar mantenimiento y expansión a las áreas verdes más cercanas, para así lograr en un futuro no muy lejano el crecimiento de las zonas de arbolado urbano en conjunto con el área verde y lograr el confort de sus habitantes.

La búsqueda de la disminución de emisiones contaminantes, así como el cuidado y sensibilización ambiental en la población mundial, nacional, estatal etc. son temas relevantes en esta época, dado que se tiene que llegar a una armonía hombre-medioambiente, para que siga existiendo un entorno con posibilidades de vida para ambos.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca no escapa de este escenario mundial, debido a que está inmersa dentro de estas premisas de conservación ambiental.

Los compromisos de conservación ambiental se encuentran, sin embargo, comprometidos por el acelerado ritmo del crecimiento y por la presión que el sistema económico capitalista impone a los municipios que la conforman forzándolos a que adquieran las mismas tendencias y consecuencias de este sistema; imponiendo la productividad y la competitividad al desarrollo humano y la conservación ambiental.

El municipio de Metepec forma parte de la ZMVT se trata de un territorio particularmente influenciado por el sistema económico capitalista, expresado en la plusvalía del suelo. Esto motiva el crecimiento económico de zonas habitacionales, de empresas locales y transnacionales, trayendo consigo realidades positivas y negativas. Aunque se ha generado un importante polo de desarrollo económico en esta zona; en muchas ocasiones se alteran o se minimizan los lineamientos ecológicos y ambientales, afectando al territorio, sus ecosistemas y sus habitantes del mismo.

La zona urbana del municipio de Metepec es un territorio que cuenta con actividades terciarias de primer nivel en su mayoría dentro de su actividad económica, social, cultural, etc. Metepec es un lugar ampliamente reconocido por su plusvalía ya que en este municipio se encuentran grandes clúster poblacionales, de gran influencia no solo en la ZMVT si no en el Estado de México y la República Mexicana.

Como consecuencia, el municipio de Metepec carece de áreas verdes y arbolado urbano suficientes para proveer un nivel de bienestar adecuado para su población. Por lo cual es indispensable la toma de decisiones inteligentes para lograr cambiar el rumbo ambiental del municipio.

Como resultado de cartografiar las superficies arboladas y compararlas contra la densidad de habitantes por manzana, se obtuvo la siguiente información.

Aplicando la norma de SEDESOL que dice que debe existir un mínimo de 9 metros cuadrados de arbolado urbano por habitante, se observa que 10,283.444 m<sup>2</sup>

cumplen con la densidad deseable de arbolado urbano, lo cual indica que las condiciones son mayoritariamente positivas (figura 14). Dados los resultados por esta investigación, podemos apreciar que el arbolado urbano del municipio de Metepec si cumple en gran medida con los estándares sugeridos por la SEDESOL.

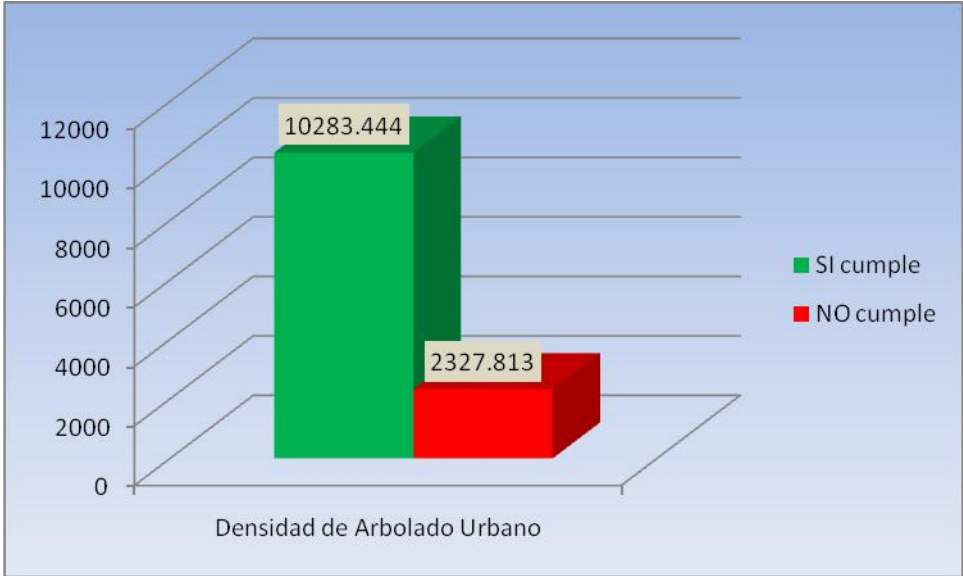


Figura 14. Superficie donde se cumple la relación de arbolado urbano/habitante deseada.

No podemos ignorar, sin embargo los 2,327.813 m<sup>2</sup> restantes que están habitados y no cumplen con la densidad de arbolado urbano requerido, trayendo consigo consecuencias y repercusiones que impactan de manera negativa en diversos ámbitos de la vida de sus habitantes.

Lamentablemente, las zonas que cumplen con la norma no son las más densamente pobladas, según demuestra la figura 15.

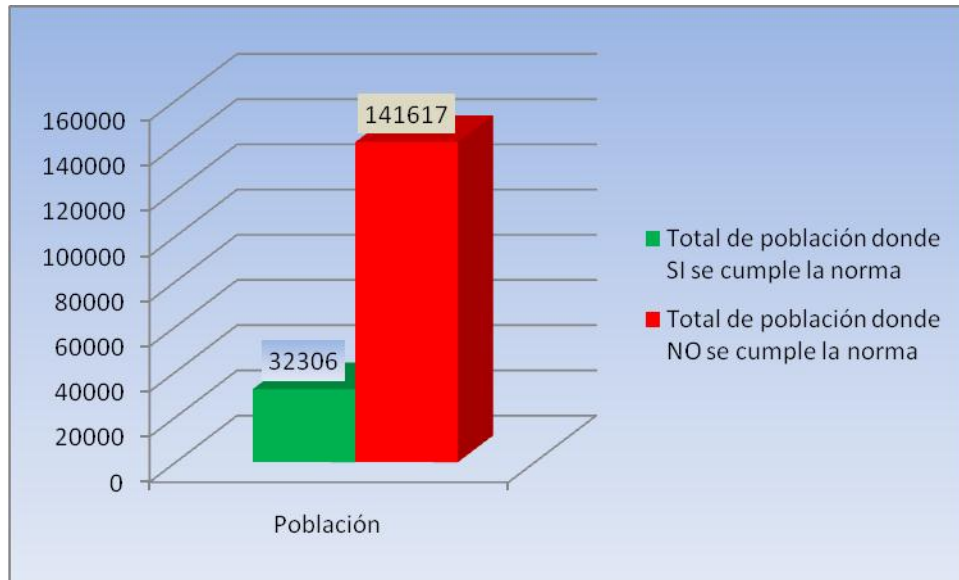


Figura 15: Población habitante de zonas dentro y fuera de la norma.

La población del municipio de Metepec, está por encima de los 200,000 habitantes aproximadamente. El dato poblacional que se está tomando para este estudio únicamente comprende los habitantes que viven en manzanas urbanas. Es por ello que únicamente se consideraron 173,923 habitantes para la realización de esta investigación. La figura 15 revela la población específicamente afectada por el incumplimiento de la norma de SEDESOL. Es evidente que más del 75% de la población del municipio no se encuentra en condiciones favorables para su confort, debido a que el municipio de Metepec no cuenta con un número positivo dentro del metraje de arbolado urbano, trayendo graves problemas ambientales y sociales, que podrían ser minimizados con la creación y mantenimiento adecuado de el arbolado urbano y las áreas verdes.

Como se puede apreciar en esta representación gráfica, solo 32,306 habitantes viven en condiciones favorables con respecto al arbolado urbano. Se puede decir que solo el 22.8% de la población urbana vive realmente bajo el estándar sugerido de por la SEDESOL que menciona  $9\text{m}^2$  de área verde por habitante.

El análisis desagregado por manzanas demuestra que, de las 1084 manzanas que se tomaron en cuenta para este estudio, solo 256 están dentro de la normatividad sugerida por la organización mundial de la salud, esto indica la grave problemática

que presenta el municipio, ya que solo el 23.6% de sus manzanas urbanas cuentan con el metraje requerido para el confort de sus habitantes (figura 16).

La cifra de manzanas que no cumplen con la normatividad emitida por la SEDESOL es de 828 manzanas que equivale al 76.4% de manzanas urbanas; lo cual nos acerca nos indica que la densidad de arbolado urbano es escasa en la zona urbana del municipio de Metepec. Por ello, deben tomarse medidas urgentes para no ser abatidos por vertientes físico-sociales surgidas por el desequilibrio persistente entre ambiente-sociedad.

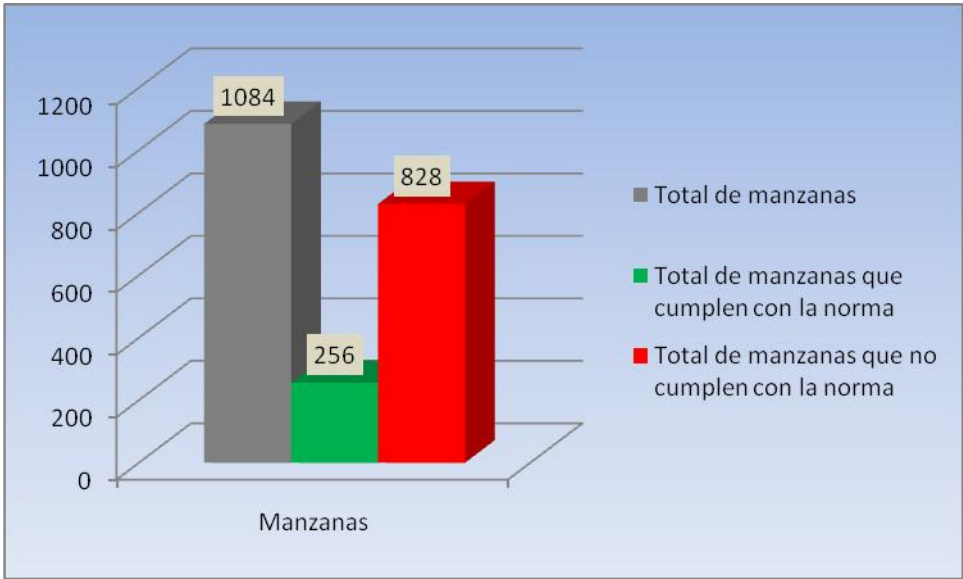


Figura 16. Cumplimiento de la norma de arbolado por habitantes en las manzanas.

A continuación (figura 17), se desglosa el grupo de manzanas que se encuentran por debajo de la norma, para entender la magnitud del problema: 404 de las manzanas están muy por debajo de la norma de la SEDESOL ya que el metraje de arbolado urbano que presentan solo va de los 0 m<sup>2</sup> a 1.8 m<sup>2</sup>. Existen 180 manzanas las cuales albergan en su territorio de 1.9 m<sup>2</sup> a 3.6 m<sup>2</sup> de arbolado urbano, lo cual es insuficiente para el confort de sus habitantes. 96 manzanas del municipio cuentan con 3.7 m<sup>2</sup> a 5.4 m<sup>2</sup> de arbolado urbano, aun con este metraje estas cuadras se encuentran por debajo de la norma sugerida por la SEDESOL cada vez son menos las manzanas que cuentan con mayor cantidad de metraje de arbolado urbano, 77 manzanas tienen 5.5 a 7.2 de arbolado urbano, estos

espacios habitados se encuentran aún por debajo de la norma de la SEDESOL, sin embargo este rango de metraje es lo más cercano a lo deseado. Únicamente 71 manzanas cuentan con 7.3m<sup>2</sup> a 9m<sup>2</sup> de arbolado urbano, esto indica que siguen siendo muy escasas las manzanas que cuentan una cantidad considerable de metraje de arbolado urbano.

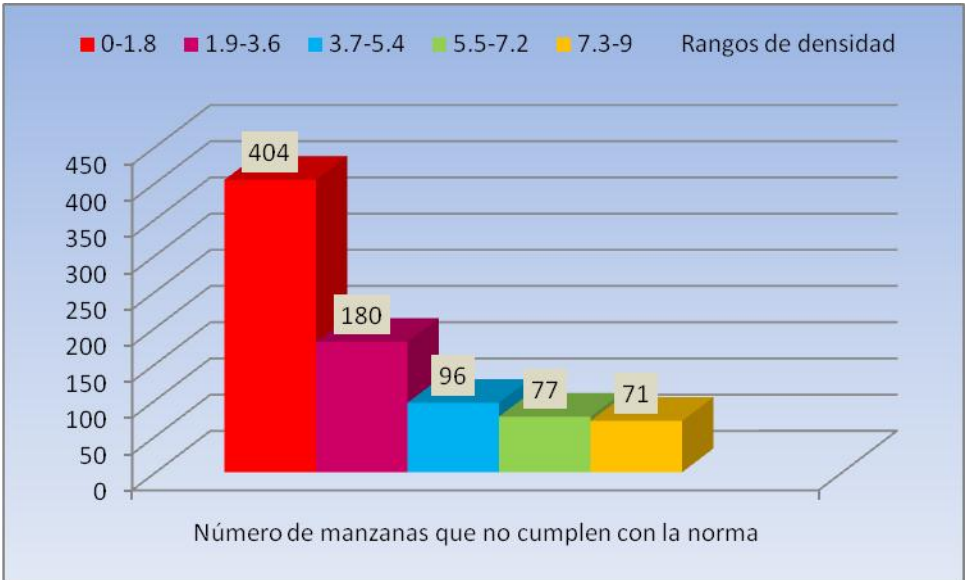


Figura 17. Arbolado (m<sup>2</sup>) en las manzanas que no cumplen con la norma.

Como lo muestra la figura 17, 404 manzanas cuentan con un metraje de 5.5m<sup>2</sup> a 7.2 m<sup>2</sup> lo cual indica que el metraje aún está por debajo de lo deseado. De 3.7 m<sup>2</sup> a 5.4 m<sup>2</sup> de arbolado urbano están 96 manzanas del municipio, mismas que se encuentran bajo estas circunstancias debido a que no cuentan con el metraje requerido para estar en condiciones de confort. 180 manzanas se encuentran en condiciones críticas con respecto metraje de arbolado urbano sugerido por la SEDESOL, ya que cuentan con tan solo 1.9 m<sup>2</sup> a 3.6 m<sup>2</sup> de arbolado urbano. La gran mayoría de manzanas del municipio de Metepec, específicamente 404, sufren las consecuencias de tener índice más bajo de las estadísticas de metraje de arbolado urbano, logrando únicamente de 0 m<sup>2</sup> a 1.8 m<sup>2</sup> lo cual es muy deplorable, ya que los habitantes no cuentan con el metraje sugerido por la SEDESOL. Esto puede incidir en la existencia de desequilibrios negativos para la población que se encuentra inmersa en estas manzanas en ámbitos que van

desde físicos, sociales, culturales y de salud pública.

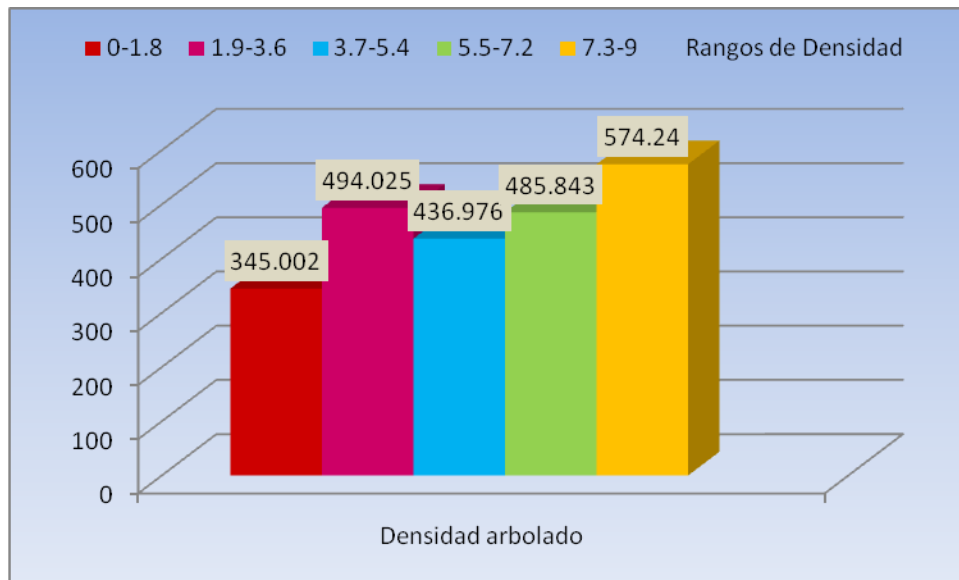


Figura 18. Densidad de arbolado.

Como se puede apreciar en la (figura 18) el índice más bajo de la gráfica corresponde al rango de  $0-1.8m^2$  misma que concentra una población de 64,698 habitantes, conjuntamente una densidad de  $345.002 m^2$  de arbolado. Por tanto este rango que se muestra en color rojo presenta mayor necesidad de espacios verdes. En contraparte el índice que oscila de  $7.3-9m^2$  y presenta una densidad de  $574.24m^2$  de arbolado es una zona que podría considerarse para generar números positivos de área verde y arbolado urbano. La población que radica en este rango cuenta con 14,363 habitantes.

El panorama no es del todo pesimista, pues aunque hay manzanas con cantidades prácticamente nulas de arbolado, estas son de menor superficie que aquellas manzanas que se acercan a la norma de los  $9 m^2$  (figura 18).

La población es un elemento que no podemos dejar fuera en esta investigación, debido al gran peso e importancia que representa en la veracidad y desarrollo de nuestra investigación.



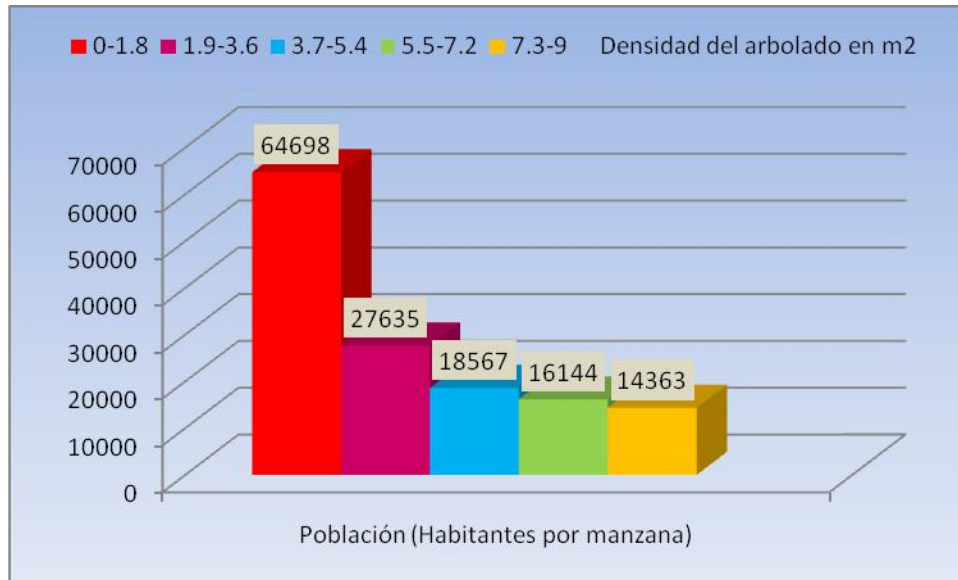


Figura 19. Población y densidad de arbolado en las manzanas fuera de la norma.

Como se puede apreciar en el rango de 0 a 1.8 expresado en color rojo se tiene el mayor índice de población que es de 64,698 habitantes aglomerada en sólo 404 manzanas; siendo las más afectadas por la minúscula existencia y densidad de arbolado urbano. Esto revela la generación de vivienda de condiciones marginales: se presenta gran densidad de población en zonas prácticamente sin arbolado: que no parecen impactar mucho por su superficie pequeña, pero que tienen un impacto negativo en la calidad de vida de casi 65 mil habitantes. Esto ha traído graves problemas a corto, medio y largo plazo. Por ello, deben tomarse acciones que permitan garantizar de una manera sustentable el resguardo ambiental de la ciudadanía que radica en dichas manzanas y colonias que se encuentran vulnerables ante esta situación. Las personas que se encuentran el rango de 1.9 a 3.6 son 24,635. Se hallan inmersas en 180 manzanas; este rango también debe ser considerado como zona urgente para tomar acciones en favor de la población que en ella radica.

Por el contrario, hay 14,363 habitantes en 71 manzanas, que casi cumplen con la norma sugerida para lograr el confort del ser humano.

## 2.2 Resultados de las entrevistas en campo.

Los resultados obtenidos en campo se reflejan en diferentes rubros, en este caso se procedió a expresar de manera estadística y grafica los alcances obtenidos en campo, fueron 8 variables las que se graficaron con el fin de dar a conocer las necesidades potenciales de los habitantes del municipio de Metepec con respecto a las áreas verdes. Dentro del cuadro No. 1 se muestran de manera estadística las tendencias y preferencias de la población muestral del municipio con respecto a temas relacionados con áreas verdes dentro del municipio de Metepec.

Pregunta	SI	NO			Total
2.-Existen áreas verdes cercanas a su domicilio	75%	25%			100%
3.-Usa las áreas verdes cercanas a su hogar	67%	43%			100%
5.-Desearía que existieran más	55%	45%			100%
3.1.-Cuales áreas usa	Jardín 13%	Parque 50%	Deportiva 12%	Ninguna 25%	100%
3.2.- Qué miembros de su familia las utilizan	Todos 50%	Niños 25%	Adultos 8%	Nadie 17	100%
3.3.-Que mejoras propone	Limpieza 40%	Mantenimient o 33%	Seguridad 15%	Alumbrado 12%	100%
4.- Para que utiliza estas áreas verdes	Jugar 6%	Recreación 52%	Ejercicio 22%	Nada 20%	100%
7.-Que beneficios le ofrecen las áreas verdes	Salud 51%	Quitan el estrés 25%	Aire limpio 20%	Nada 4%	100%

Cuadro 1 Tabulado básico de encuestas sobre las áreas verdes.

### 2.3 Gráficas e interpretación de las encuestas

A continuación se desglosan y explican los resultados de las encuestas.

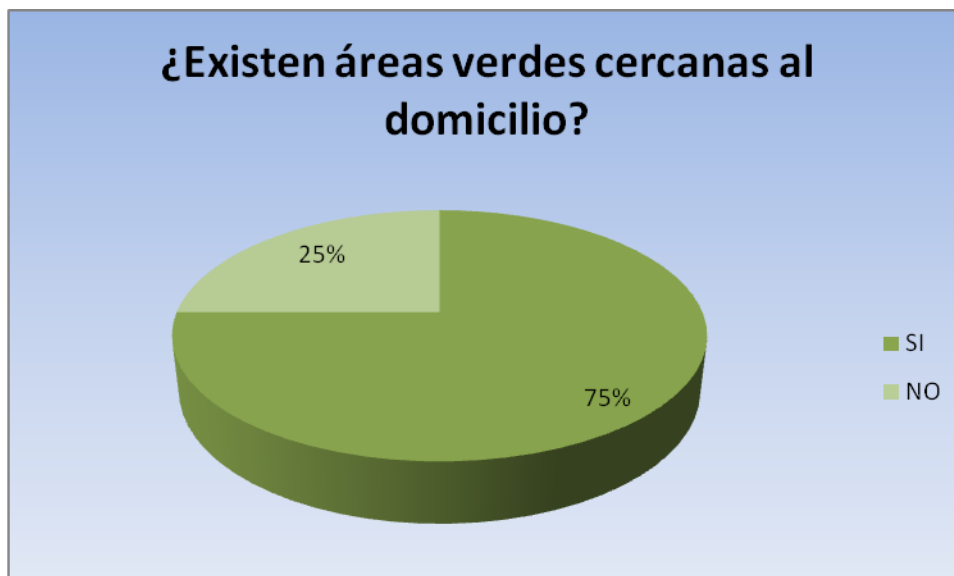


Figura 20. Cercanía a las áreas verdes.

Como se puede apreciar en la figura 20 de las personas encuestadas el 75% tiene cerca de su domicilio algún tipo de área verde pudiendo ser: Parques y Jardines, deportivas, cerros (Calvario), etc. El 25% de la población muestral no tiene un área verde cercana a su domicilio.

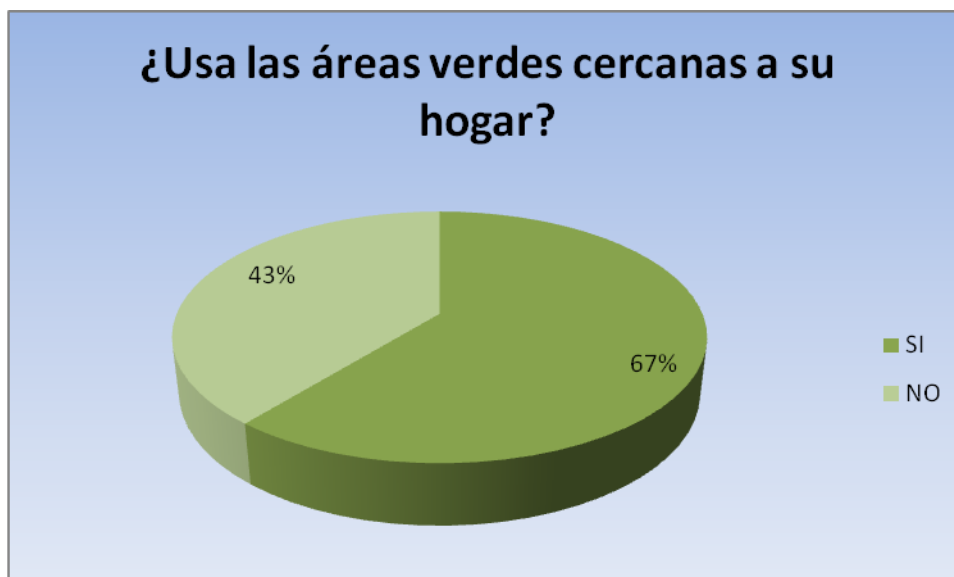


Figura 21. Uso de las áreas verdes.

Los datos más destacados en esta grafica expresan que población muestral del municipio de Metepec, acude mayormente a las áreas verdes parques y jardines, deportivas, cerros (Calvario), etc. Ubicadas cerca de sus hogares, representando un 67% de la población, las personas que no asisten a estas áreas son el 43% de la población muestral del municipio (figura 21).

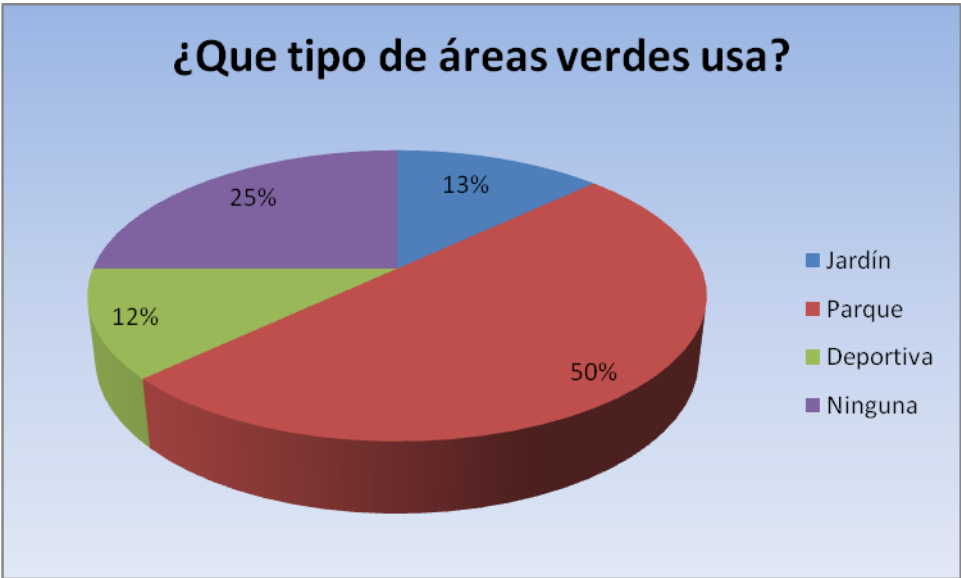


Figura 22. Uso de las áreas verdes por tipo.

La figura 22 indica los valores obtenidos en cuanto al tipo de áreas utilizadas (jardín, parques, deportivas etc.) dentro de las áreas verdes, de lo cual puede decirse que la mitad de la población muestral 50%, visita principalmente los parques. El 25% de las personas encuestadas no utilizan las áreas verdes por diversos motivos que van desde falta de tiempo, hasta ausencia de interés por el sitio. El 13% acude a los jardines y por último el 12% restante usa las unidades deportivas, como se puede apreciar en este porcentaje la población que acude a las unidades deportivas es la más baja, lo cual repercute en la salud física y mental de las personas. La presente grafica indica que los parques son las áreas verdes más demandadas dentro las personas que conforman la población muestral del municipio.

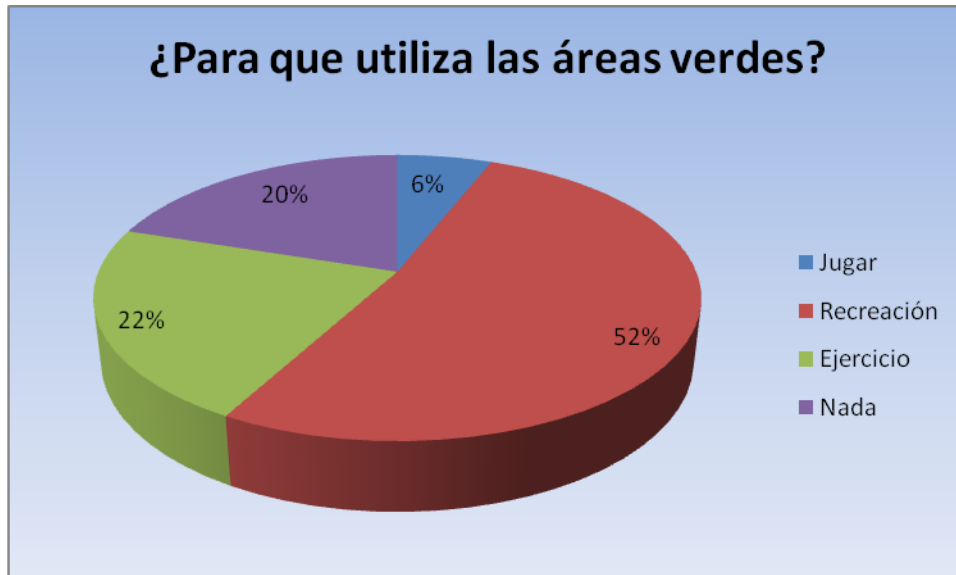


Figura 23. Motivo de uso.

El porcentaje mayor dentro de este gráfico se presenta con un 52%, y corresponde a la recreación, el 22% de las personas encuestadas ocupan este tipo de áreas para hacer actividades deportivas, el 6% de la población muestral ocupa estos espacios para jugar, cabe señalar que este punto va mayormente enfocado a la población infantil. Finalmente el 20% mencionó que no ocupa para nada las áreas verdes (figura 23).

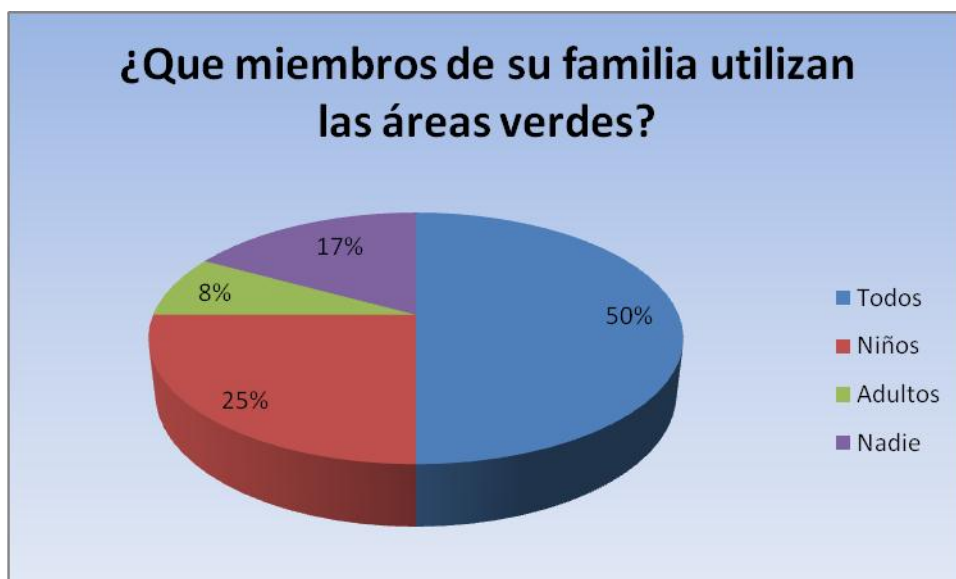


Figura 24. Uso de las áreas al interior del municipio

El gráfico de la figura 24 representa los visitantes que frecuentan con mayor regularidad las áreas verdes (parques, jardines, deportivas etc.) Teniendo como principal resultado a todos, que incluye a los integrantes de la familia nuclear (padre, madre e hijos) con un 50%. Los niños ocupan un 25% dentro de la grafica, debido a que ellos asisten regularmente a este tipo de áreas verdes, después de los niños los adultos representan 8% de la población muestral que utilizan las áreas y finalmente con un 25% las personas encuestadas no utilizan las áreas verdes.



Figura 25. Mejoras deseadas en los espacios verdes

En la figura 25 se puede notar que el 40% de los encuestados desearía que existiese mayor limpieza dentro de las áreas verdes debido a que en la mayoría no es así. El 33% de la población muestral quiere que se brinde un mejor servicio en cuanto al mantenimiento del área. Debido a que algunas de las áreas verdes son vulnerables al tema de la inseguridad (robos, asaltos etc.) el 15% exige mayor seguridad dentro de la zona y el 12% sobrante demanda alumbrado digno dentro de las instalaciones.



Figura 26. Necesidad sentida de áreas verdes

En esta gráfica se pudo observar que el 55% de individuos encuestados desearían que se existieran mas áreas verdes dentro del municipio y el contraparte el 45% de la población muestral opina lo contrario y creen que con las áreas verdes existentes es más que suficiente. Esto principalmente en la cabecera del municipio debido a la creación del parque Bicentenario ubicado dentro del conjunto SEDAGRO.

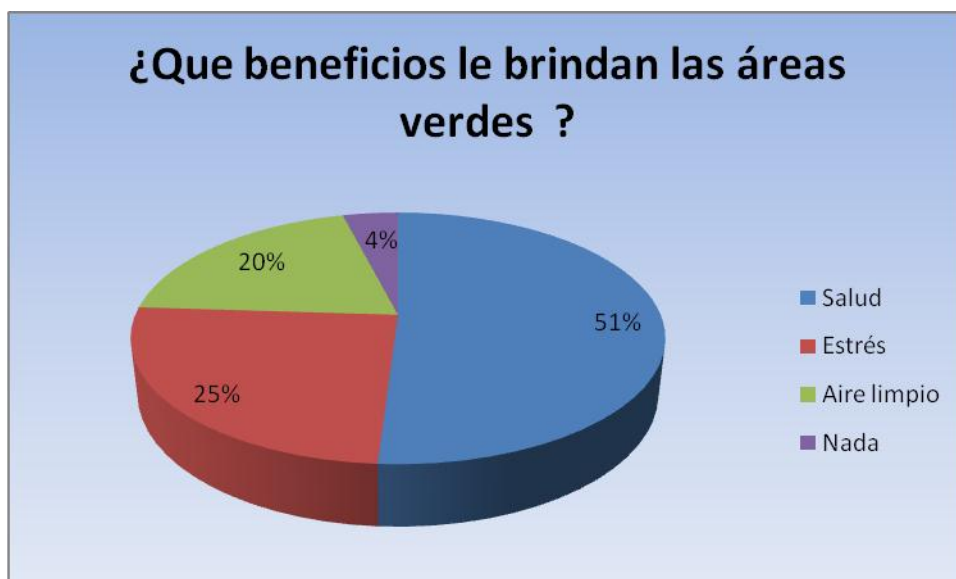


Figura 27. Beneficios reconocidos de las áreas verdes

Por último, en la figura 27 se muestra que las personas encuestadas 51%, coinciden en que las áreas verdes dan un alto grado de beneficio a la salud física, el 25% de personas encuestadas considera que el estar en algún tipo de área verde disminuye muy considerablemente los trastornos mentales como el estrés, el 20% de la población muestral mencionó que las áreas verdes ofrecen aire limpio y respirable. Finalmente el 4% restante externo que las áreas verdes no sirven de nada.

#### **2.4 Estado actual de algunas zonas verdes del municipio.**

Un aspecto importante a considerar, además de la cantidad del arbolado, es por su puesto su estado. Para que el arbolado urbano pueda cumplir con las funciones para las que se le instala en la estructura urbana, éste debe encontrarse en condiciones óptimas. Las figuras a continuación presentadas, evidencian el estado de conservación de varios sitios representativos del municipio. Así como los lugares para creación de nuevos espacios verdes.



Figura 28. Parque de San Jerónimo Chicahualco. Fuente: Visita de Campo.



La Figura 28 muestra las Condiciones actuales de las áreas verdes en san Jerónimo Chichahualco. Se puede apreciar en la figura que las instalaciones de este lugar presentan problemas de vandalismo. Lo cual repercute en la calidad del servicio del área verde.



Figura 29. Parque de San Jerónimo Chichahualco. Fuente: Visita de Campo.

Se presenta la figura 29 mostrando como fin la reforestación que se ha venido fomentando e incluyendo en las áreas verdes del municipio. Además de recalcar las condiciones actuales de los espacios deportivos.

Las figuras 30 y 31 exponen que, por tradición los espacios verdes, contienen más infraestructura que arbolado. Lo cual tiene que ceder y darle paso a una cultura que lleve de la mano a la modernización y mantenimiento de la infraestructura y arbolado en conjunto.

La presencia de espacios deportivos y arbolado urbano es lo que resalta en la figura 30 además de mostrar las condiciones actuales de este espacio verde y

hacer una propuesta para su modernización y mantenimiento.



Figura 30. Condiciones actuales del parque ubicado en San Jerónimo Chichahualco. Fuente: Visita de Campo.

La colonia en la cual se encuentra ubicado este parque cuenta con índice de metraje bajo de arbolado urbano, por tanto este espacio verde es candidato a ser propuesto para actividades de reforestación y modernización de infraestructura.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

#### 3.1 Discusión

En el presente trabajo se confirma la tendencia detectada por Martínez, J., Reséndiz, C. y Sorensen M., Barzetti V., Keipi K. y Williams J. en cuanto a la superficie y funcionalidad del arbolado urbano en ciudades mexicanas. Metepec pese a ser uno de los municipios más ricos del país y con mejores estándares de vida no cumple en todas sus regiones con la norma de arbolado urbano. Un ejemplo de ello son las porciones, norte, noroeste, centro norte, centro oeste, centro y suroeste entre las colonias que requieren ser atendidas con prontitud por las autoridades de medio ambiente son: la Purísima, San Francisco Coaxusco, Hípico, San Jerónimo Chicahualco, Santa Ana, Pilares, Fracc. Izcalli, Rancho San Lucas, Fracc. Cuauhtémoc, Juan Fernández Albarrán, Jesús Jiménez Gallardo, Jorge Jiménez Cantú, Las Margaritas y San Bartolomé Tlaltelulco

Cabe hacer mención que algunos sitios dentro de las mismas porciones antes mencionadas no se encuentran afectadas por esta problemática ya que en algunos casos se cumple con la norma sugerida por la OMS. Los espacios que cumplen con la norma se encuentran asociados con las zonas habitacionales de mayor plusvalía en el municipio, dado el caso específico de club de Golf San Carlos. El Calvario y el conjunto SEDAGRO hoy día Parque Bicentenario son zonas donde no se ven afectados por el incumplimiento de la norma debido a la gran presencia de arbolado urbano y áreas verdes que presentan.

Se coincide también con Gómez, L. F. y Vilela, L. J. mismos que remarcan la necesidad de incrementar el arbolado urbano por la vía de la participación ciudadana. Para lograr este objetivo el que se implementen nuevas áreas verdes siguiendo el esquema del Parque Bicentenario como se muestra en el siguiente apartado.

### 3.2 Propuesta de modelo para la creación y remodelación de parques y arbolado urbano

Existen áreas verdes de gran renombre y excelentes condiciones en este territorio municipal, tal es el caso del parque Bicentenario ubicado en la avenida Estado de México.

Grandes avances tecnológicos, paisajísticos, fomento deportivo y actividades recreativas son solo parte de la riqueza que compone a este parque de primer mundo. Cabe hacer mención que este parque cuenta con la suficiente innovación tecnológica para tomarse en cuenta como modelo. De esta manera lograr la creación, mantención y aumento de áreas verdes, así mismo la creación de nuevos espacios para la implementación de arbolado urbano en los lugares con mayor índice de necesidad de materia verde.



Figura 31. Parque Bicentenario, Metepec Estado de México. Fuente: Visita de Campo.

Como se aprecia en la figura 31 las aportaciones que emite este parque son muy rescatables. Un huerto de frutales es una idea innovadora y útil para aumentar el arbolado urbano y la mejora de la calidad de aire.



Figura 32. Parque Bicentenario, Metepec Estado de México. Fuente: Visita de Campo.

La innovación tecnológica y la captación de energía solar se mezclan con el único fin de buscar auto sustentabilidad de este parque, ya que la implementación de fotoceldas logra que durante el día se almacene energía solar y por la noche se emplee en dar servicio de alumbrado público a los visitantes del parque. Además de las fotoceldas se aprecia en la figura 32 la búsqueda de optimizar las condiciones del aire por medio de la reforestación y la creación de jardines que además de dar un valor paisajístico de vital importancia a este parque facilitan el desarrollo de la fauna regional.



Figura 33. Parque Bicentenario, Metepec Estado de México. Fuente: Visita de Campo.

En la figura 33 se permite apreciar la presencia del espacio recreativo del parque siendo este uno de sus principales atractivos. Por su excelente estado y la gran diversidad de juegos infantiles existentes.

La población infantil del municipio y foráneos es la que acude principalmente a este espacio del parque, ya que es un sitio muy oportuno para la recreación y diversión de los infantes. Así mismo cuenta con juegos y amplias áreas de esparcimiento.

Cabe mencionar que el área recreativa de este parque ayuda a mejorar las condiciones anímicas y de salud de sus usuarios por las excelentes condiciones y la diversidad de actividades que se pueden desarrollar en este sitio.



Figura 34. Parque Bicentenario, Metepec Estado de México. Fuente: Visita de Campo.

El parque Bicentenario cuenta con amplias instalaciones en su interior, lo que se puede apreciar en esta figura 34 es la infraestructura del papalote museo del niño, el cual no se encuentra operando en la actualidad.

Además de la infraestructura en esta fotografía resaltan los bellos jardines existentes dentro del parque. Así como la uniforme presencia de fotoceldas y alumbrado público con tecnología de vanguardia.

Como ya se mencionó anteriormente en el transcurso de esta investigación el parque Bicentenario cuenta con las condiciones óptimas para ser tomado como modelo en la creación y modernización de los parques y jardines del municipio. Ya que logra una fusión recíproca entre la modernidad y la conservación del ambiente.



Figura 35. Parque Bicentenario, Metepec Estado de México. Fuente: Visita de Campo.

Al decir que el parque Bicentenario es una excelente opción en la modernización y creación de áreas verdes. Es porque en interior se combinan aspectos ecológicos, deportivos, tecnológicos de recreación, de esparcimiento, de puntos de encuentro, paisajísticos y de arte urbano entre muchos más.

La figura 35 amplifica el arte urbano muy presente en el parque, además de la relación hombre naturaleza y la incorporación de la modernidad en su interior.

Sin duda alguna el espacio deportivo del parque Bicentenario se encuentra en condiciones óptimas para realizar todo tipo de ejercicio, desde una pista de caminata, hasta sofisticadas máquinas de gimnasio, lo cual es muy importante para la población (figura 36).





Figura 36. Parque Bicentenario, Metepec Estado de México. Fuente: Visita de Campo.

Por todo lo anterior esta investigación propone al parque Bicentenario como modelo a seguir en la creación y restructuración de los parques y espacios de arbolado urbano.

### 3.3 Identificación de lotes con potencial para el establecimiento de nuevos espacios verdes en el municipio de Metepec.

Para poder incrementar el número de áreas verdes del municipio, se ubicaron algunos puntos que permitirían mejorar las condiciones de confort a la población de Metepec.



Figura 37. Terreno propuesto para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano San Jerónimo Chicahualco. Fuente: Visita de campo

El sitio donde se encuentra ubicada la figura 37 está en la zona centro de esta colonia, misma que no cuenta con el metraje suficiente de arbolado urbano para lograr el estándar de la norma sugerida por la SEDESOL. Sería estupendo que este sitio se considerara en la creación de nuevas áreas verdes en el municipio.

Cabe hacer mención que las propuestas hechas en esta investigación no consideran la tenencia de la tierra, únicamente se muestran los terrenos baldíos

como espacios estratégicos por su localización para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano.

Los beneficios que traería consigo se reflejaran principalmente a San Jerónimo Chichahualco y a las colonias que se encuentran a sus alrededores.



Figura 38. Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano en la colonia La Providencia. Fuente: Visita de campo

Debido al carente metraje de arbolado urbano este sitio de la figura 38 se consideró como idóneo para la para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano.

La figura 39 muestra que el sitio se encuentra en excelentes condiciones de localización con respecto a la colonia Las Marinas. De tomarse positivamente esta propuesta se beneficiarían de igual manera las colonias vecinas, como lo son Izcalli y Rancho San Lucas.



Figura 39. Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano Col. Izcalli Metepec. Fuente: Visita de campo

La ejecución de esta propuesta repercutiría positivamente, debido a que es un espacio con gran extensión territorial, que se encuentra en una localización estratégica para la concentración de espacios verdes.

La figura 40 propone que si es puesta en marcha esta propuesta traería beneficios importantes a las colonias: Col. Campesina, Las Marinas, Fracc. Hábitat, Fracc. Cuauhtémoc, Fracc. Izcalli y Rancho San Lucas. Debido a que presentan una mínima cantidad de arbolado urbano; están por debajo de la norma sugerida. Por

tanto es de vital importancia que este espacio baldío se considere por las autoridades gubernamentales, ya que estas colonias presentan bajos índices de arbolado urbano.



Figura 40. Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano la Av. Gobernadores. Fuente: Visita de campo

Como se aprecia en la Figura 41 el grado de urbanización de esta zona se encuentra en crecimiento, por tanto es necesario fomentar el desarrollo urbano de tal manera que se minimice el impacto negativo al ambiente ya que se es solo cuestión de tiempo para que esta localidad del municipio presente un impacto progresivo de la mancha urbana. Por tanto se tienen que optimizar los espacios para dar paso a la expansión urbana sin dejar de lado el aspecto ambiental, recreativo y forestal.

El espacio territorial de esta localidad en su mayoría presenta terrenos donde se cultiva maíz estos terrenos podrían incorporarse al programa de apoyos a la

reforestación y convertirse en espacios verdes. Para generar nuevos espacios de áreas verdes e implementación de arbolado urbano.



Figura 41. Terreno propuesta para la creación de áreas verdes e implementación de arbolado urbano en la localidad de San Bartolomé Tlaltelulco. Fuente: Visita de campo

### 3.4 ALCANCES

La cartografía arrojada en esta investigación trae consigo información valiosa para los tomadores de decisiones en materia de creación y mantenimiento del arbolado urbano del municipio.

Sin duda alguna, la cartografía hoy día es una herramienta tecnológica que tras su análisis e interpretación permite dar a conocer las necesidades y abundancias de un territorio. Solo por hacer mención de algunas de sus múltiples aplicaciones. En este caso se detectó que aunque grandes porciones del municipio tienen condiciones idóneas para vivir, hay otras que requieren ser atendidas urgentemente, para equilibrar la estética y calidad de arbolado urbano, que finalmente incide en la calidad de vida. Es de vital importancia recalcar que el arbolado urbano no puede quedar fuera del desarrollo urbano de Metepec, ya que juega un rol trascendental en la expansión poblacional y territorial del municipio.

El análisis cartográfico es confiable ya que se realizó a detalle y se trabajaron herramientas del Software ArcView, que permitieron analizar por medio de imágenes spot el municipio, además de realizar visitas de campo para asegurar que existe concordancia entre lo visto en el software y la realidad.

Otro importante alcance de esta investigación radica en la creación del manual cartográfico del método que se aplicó para esta investigación, en el cual se muestran específicamente los pasos que se necesitan para la obtención de resultados.

La conciencia ambiental es otro de los alcances colaterales de esta tesis, ya que se buscó recalcar, que los seres humanos tenemos que aprender a vivir en armonía con la naturaleza; Ya que de esto depende el buen rumbo y futuro de las nuevas generaciones.

Esta investigación generó cartografía a nivel manzana de los sitios que presentan mayor urgencia de arbolado urbano, para lograr de esta manera la mejora de la calidad de vida y llegar así a lograr el confort de sus habitantes.

Un alcance más de esta investigación fue la de la propuesta del parque Bicentenario como un modelo en la creación y modernización de los parques y jardines del municipio.



## CONCLUSIONES

En cuanto a la percepción de los espacios verdes, se obtuvo que 75% de la población muestral vive cerca de un espacio verde, el 67% los usan siendo el principal tipo de uso el recreativo con un 52%. Entre las principales necesidades se detectó que el 40% y 33% desearía tener espacios verdes limpios y con un mejor mantenimiento respectivamente. Del total de habitantes que utilizan los espacios verdes el 51% considera que los beneficios que obtiene son los relacionados con la salud y 55% expresó que le agradecería que existieran más espacios verdes en el municipio.

De un total de 1084 manzanas que comprenden la zona urbana del municipio de Metepec 828 no cumplen y 256 si cumplen con la normatividad sugerida por (SEDESOL), afectando a un total de 141617 habitantes donde no se cumple y 32306 habitantes donde si se cumple con la norma. Se detectaron 404 manzanas donde el máximo de arbolado por habitantes es de 1.8 m<sup>2</sup> de arbolado afectando a 646698 habitantes.

Se reconocieron 6 predios ubicados en 5 localidades dentro de la zona urbana del municipio que en conjunto miden 15.1 hectáreas, que podrían ser tomadas en cuenta como zonas óptimas para la creación de nuevos espacios verdes.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se hacen en esta investigación se dividen en dos vertientes claves. Si se cumple la norma SEDESOL o si no se cumple la norma de la SEDESOL.

Para las manzanas que cumplen con la norma de 9 m<sup>2</sup> de área verde, se recomienda que se mantengan y modernicen los espacios verdes que hacen posible el confort de sus habitantes y se tomen medidas futuristas que permitan la expansión armónica de nuevos desarrollos conjuntamente con espacios que amortigüen el impacto ambiental.

En contraparte las manzanas que no alcanzan el metraje sugerido por la norma tienen un sinfín de actividades para cambiar la tendencia decadente de espacios verdes.

Las recomendaciones para estas manzanas son:

- Crear nuevos espacios ubicados estratégicamente para la puesta en marcha de nuevos sitios de áreas verdes y arbolado urbano. Como ya se analizó Figuras (37,38,39,40,41 y 42)
- Mantenimiento y modernización de los espacios verdes que ya se tienen.
- Expansión de las áreas verdes
- Puesta en marcha del modelo del parque Bicentenario para su aplicación en el municipio.

Otra recomendación que aplica para ambas partes tanto las que cumplen y no cumplen con la norma sugerida por la Organización Mundial de la Salud es la conciencia ambiental, para que exista un equilibrio armónico entre los espacios verdes y el ser humano.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ⤴ Ayuntamiento de Metepec (2003-2006). Plan de desarrollo municipal 2003-2006 [En línea]. Disponible en: <http://www.metepec.gob.mx/transparencianew/AdministracionMunicipal/DesarrolloUrbObp/PMDU/PMD20METEPEC.pdf> consultado 01 de Octubre de 2009. 251 páginas.
- ⤴ Ayuntamiento de Metepec (2006-2009). Plan de desarrollo municipal 2006-2009 [En línea]. Disponible en: <http://www.metepec.gob.mx/transparencianew/PDM/Plan%20de%20Desarrollo%2006%20-%202009%20Metepec%20Def.pdf> consultado 29 de Mayo 2009. 463 páginas.
- ⤴ Bascuñán, W. F., F. P. Walker, y F. J. Mastrantonio, (2007). Modelo de cálculo de áreas verdes desde la densidad habitacional [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=19801514&iCveNum=10024> consultado 9 de Marzo 2009. 06 páginas.
- ⤴ CONAFOR (2006). Ley Forestal del Estado de México. [En línea]. Disponible en: [http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/subsecciones/normateca/leyes\\_forestales\\_estatales/Ley\\_Forestal\\_EstadodeMexico.pdf](http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/subsecciones/normateca/leyes_forestales_estatales/Ley_Forestal_EstadodeMexico.pdf). Consultado 01 de Octubre de 2009. Consultado 01 de Octubre de 2009. 200 páginas.
- ⤴ Gobierno del Estado México (2005-2011). Plan de Desarrollo Estado de México 2005-2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.edomex.gob.mx/desarrollosocial/doc/pdf/plandesarrollo.pdf> consultado 01 de Octubre de 2009. 204 páginas.
- ⤴ Gobierno del Estado de México (1999-2005) Código administrativo del Estado de México [En línea]. Disponible en: <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/cod/vig/codvig008.pdf> consultado 09 de Febrero de 2012. 308 páginas.
- ⤴ Gobierno de Chile CONAMA RM. Áreas verdes en el Gran Santiago [En línea]. Disponible en: [http://www.conama.cl/rm/568/articles-28333\\_publicacionareasverdes.pdf](http://www.conama.cl/rm/568/articles-28333_publicacionareasverdes.pdf) consultado 29 de Mayo 2009. 11 páginas.
- ⤴ Gómez, L. F. (2004) Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. [En línea]. Disponible en:

- <http://burgosciudad21.org/adftp/zonasverdes.pdf> consultado 08 de Diciembre de 2009. 20 páginas.
- ^ Gómez, S. V. (2004) Cubiertas forestales y respuesta microclimática [En línea]. Disponible en: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/084-100-\(04\)-Cubiertas\\_1162210233484.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/084-100-(04)-Cubiertas_1162210233484.pdf) consultado el 10 de Septiembre de 2012. 17 páginas.
- ^ **Klinkenborg, V. para la revista National Geographic en español** (2009) En el tejado. [En línea]. Disponible en: <http://bloglemu.blogspot.mx/2009/07/techos-vivos-un-aporte-al-mejoramiento.html> consultado 01 de Octubre de 2009. 04 páginas.
- ^ Lizana, L. C. (2003) Programa de Arborización Urbana para la Región Metropolitana de Santiago [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/198/19800813.pdf> consultado 08 de Diciembre de 2009. 06 páginas.
- ^ Martínez, J. (1997). Áreas verdes de la ciudad de Toluca. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- ^ Melo, G. C. (1977). El paisaje geomorfológico mexicano en el atractivo natural de los parques nacionales/ Desarrollo de los parques nacionales mexicanos/ balance analítico de la operación del sistema mexicano de parques nacionales. Instituto de Geografía UNAM, México.
- ^ Morales M, C., D. Madrigal U., y L. González B. (2008) Islas de calor en Toluca, México [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdRed.jsp?iCve=10414308> consultado el 10 de Septiembre de 2012. 11 páginas.
- ^ Muñoz, R. M. y J. Izasa (2001) Naturaleza, jardín y ciudad en el nuevo mundo [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/299/29901002.pdf> consultado el 10 de diciembre de 2009. 15 páginas.
- ^ Reséndiz, C. (2005). Evaluación del arbolado Urbano de la Ciudad de Monterrey. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Nuevo León. 55 páginas.
- ^ Romero, H., F. Irrarázaval, D. Opazo, M. Salgado y P. Smith (2010) Climas urbanos y contaminación atmosférica en Santiago de Chile [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/eure/v36n109/art02.pdf> consultado el 10 de Septiembre de 2012. 28 páginas.

- ⤴ Rodríguez, S., L., Marino, E., Jaramillo, L., Alfonso y A., Capote (2010) Estimación de un índice de calidad urbano a partir de imágenes de satélite [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdRed.jsp?iCve=30012482006> consultado el 10 de Septiembre de 2012. 20 páginas.
- ⤴ Sorensen M., Barzetti V., Keipi K. y Williams J. (1998). Manejo de las áreas verdes urbanas [En línea]. Disponible en: <http://grupobid.org/sds/doc/1423spa.pdf> consultada 9 de Marzo 2009. 81 páginas.
- ⤴ Vilela, L. J. (2004) Distribución del arbolado urbano en la ciudad de Fuenlabrada y su contribución a la calidad del aire. [En línea]. Disponible en: [http://www.cfeaguisamo.org/webcfea/images/documentos/documentacion\\_tecnica/arboricultura/EFFECTOS DO ARBOREDO URBANO/Arbolado%20Fuenlabrada Mellora%20calidade%20ar.pdf](http://www.cfeaguisamo.org/webcfea/images/documentos/documentacion_tecnica/arboricultura/EFFECTOS_DO_ARBOREDO_URBANO/Arbolado%20Fuenlabrada_Mellora%20calidade%20ar.pdf) consultado el 13 de Mayo de 2009. 09 páginas.

# ANEXOS

## ANEXO 1: DEFINICIONES

Área Geoestadística Básica (AGEB): Subdivisión de los municipios o delegaciones que conforman el país, utilizada por primera vez en el X Censo General de Población y Vivienda 1980. Su utilidad radica en permitir la formación de unidades primarias de muestreo y la organización de la información estadística. Tiene tres atributos fundamentales: a) es perfectamente reconocible en el terreno por estar delimitada por rasgos topográficos identificables y perdurables; b) por lo general es homogénea en cuanto a sus características geográficas, económicas y sociales; c) su extensión es tal que puede ser recorrida por una sola persona. Las AGEB se clasifican en más y menos urbanizadas, dependiendo de su densidad de viviendas.

Área verde: Es un espacio verde que es ocupado por la población que vive en las ciudades para la recreación, esparcimiento y su relación con la naturaleza, pueden estar aledaños o rodeados por los asentamientos humanos (Sierra et al, 1996 en Martínez, 1997).

Áreas verdes: Se consideran como Áreas Verdes los espacios urbanos, o de periferia a éstos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno, o similares (CONAMA, 1998).

Cerro: Del latín *cirrus* (“**copo**”), es una **elevación de tierra aislada** que presenta una altura menor que una montaña o un monte. Se trata de un terreno elevado respecto a sus alrededores que cuenta con una **base** o pie (la zona inferior donde comienza la elevación), una o más **cumbres** o cimas (la zona que alcanza mayor altura) y las **laderas** o flancos (terrenos de inclinación variable que van de la base a la cumbre). El cerro no debe superar los 200 metros de **altura**; de lo contrario, pasa a ser otro tipo de eminencia (como una **montaña**, por ejemplo).

Instalación deportiva: Una instalación deportiva es un recinto o una construcción

provista de los medios necesarios para el aprendizaje, la práctica y la competición de uno o más [deportes](#). Incluyen las áreas donde se realizan las actividades deportivas, los diferentes espacios complementarios y los de servicios auxiliares. Las instalaciones deportivas se componen de uno o más espacios deportivos específicos para un tipo de deportes.

Parques urbanos: son aquellas áreas de uso público decretadas por el Gobierno Estatal y los Ayuntamientos en los centros de población para alcanzar y preservar el equilibrio de las áreas urbanas e industriales, entre las construcciones, equipamientos e instalaciones respectivas y los elementos y recursos naturales de manera que se proteja el medio ambiente para la salud, el esparcimiento de la población y los valores artísticos, históricos y de belleza natural que dignifiquen la localidad (CONAFOR, 2006).

Parques urbanos: Son aquellas áreas de uso público, con ecosistemas naturales, artificiales o elementos de la naturaleza dedicados a proteger un ambiente sano para el esparcimiento de la población y proteger valores artísticos, históricos y de belleza natural de significación a nivel regional o local (Secretaría de Ecología 1998).

Parques: Definidas como grandes extensiones provistas de diversas especies arbóreas y arbustivas, destinadas principalmente al esparcimiento y recreación familiar los cuales cuentan con infraestructura de diversa índole (kioscos, multicanchas, etc.) (Rodríguez 2002).

Plazas: Por lo general están emplazadas en manzanas enteras. Provistas de diversos tipos de plantas, se ubican en el centro de edificaciones constituyendo el corazón vegetal en las ciudades. Su objetivo principal es ser un punto de encuentro y actividades lúdicas en la comuna (Rodríguez 2002).

Jardín: Terreno de extensión variable donde se distribuyen plantas y otros elementos ornamentales con el fin de generar un efecto estético a la vista (Wikipedia, 2009).



OMS: Organización Mundial de la Salud.

SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social.

## ANEXO 2: Cuestionario



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Geografía  
Licenciatura en Geografía  
(PROYECTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL)



### ÁREAS VERDES EN EL MUNICIPIO DE METEPEC, ESTADO DE MÉXICO

Este cuestionario está dirigido a los habitantes del municipio de Metepec con el fin de conocer cuantas personas conforman su hogar, además de saber cual es la ocupación de las áreas verdes (parques, jardines, etc.) en el municipio en su vida diaria.

1. ¿Cuántas personas habitan en su domicilio?
2. ¿Existen áreas verdes cercanas a su domicilio?
3. ¿Usa las áreas verdes cercanas a su hogar?
4. ¿Para que utiliza estas áreas verdes?
5. ¿Desearía que existieran más?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6. ¿Dónde propondría que se ubicaran estas áreas verdes nuevas?
7. ¿Cree que las áreas verdes le dan un beneficio a su salud tanto física como psicológica?
8. ¿Cómo cuales?

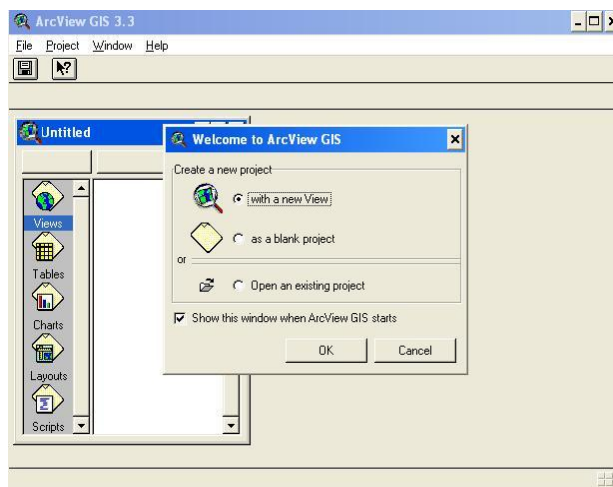
## ANEXO 3: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO SEGUIDO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

Se realizaron los siguientes pasos.

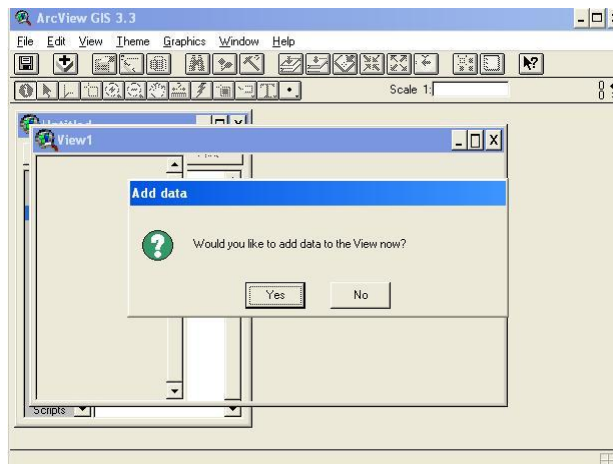
1.- Se da doble click sobre el icono de acceso directo del software ArcView3.3.



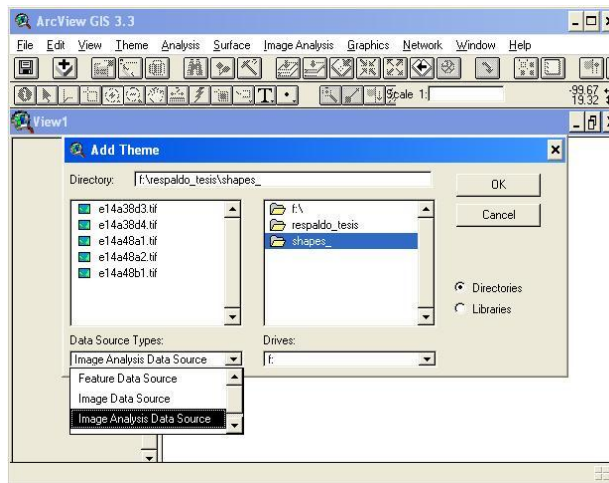
2.- Se da click en OK para abrir una nueva vista.



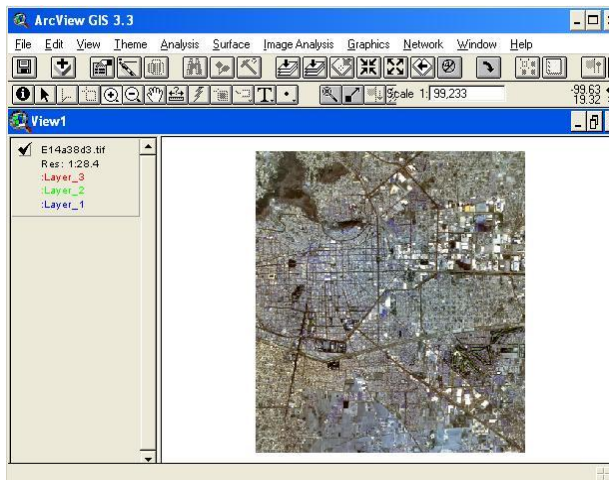
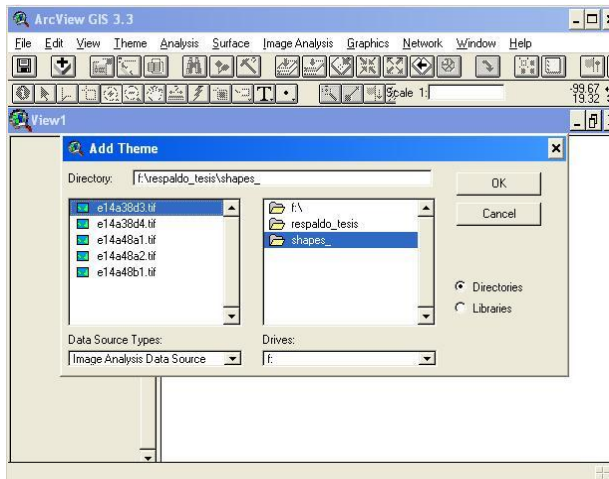
3.- Después se da click en No, ya que se debe cambiar el tipo de archivo.



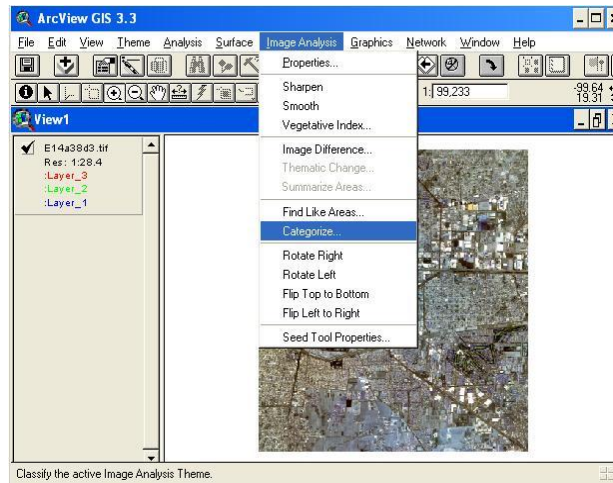
4.- Antes de abrir la imagen a trabajar se debe cambiar el tipo de archivo a buscar y se elige Image Analysis Data Source.



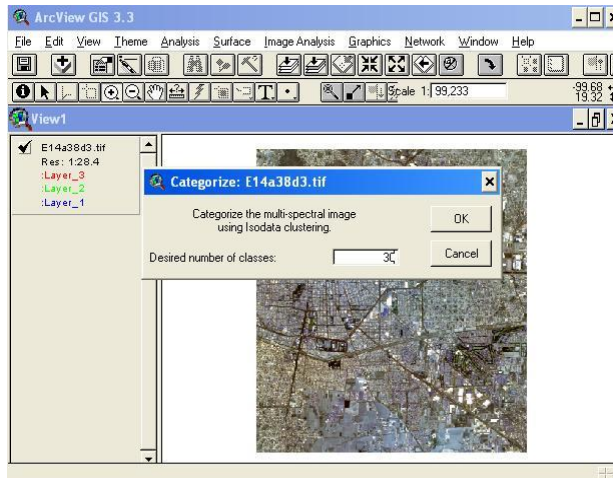
5.- Se selecciona la imagen y se da click en la opción Yes.



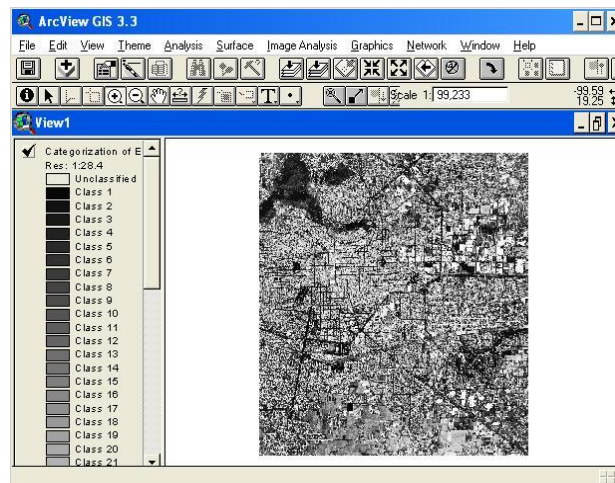
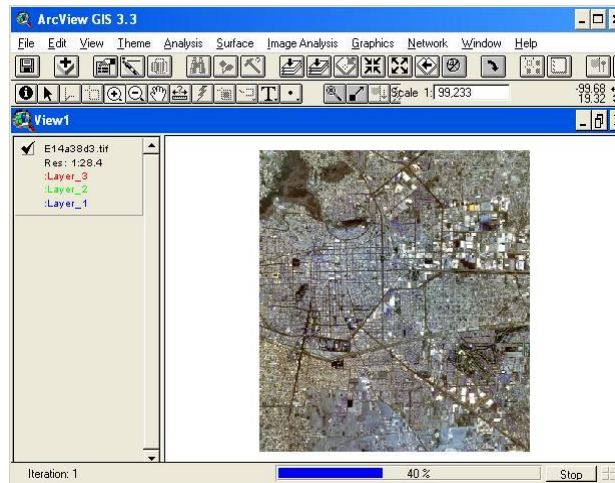
6.- Una vez abierta la imagen se elige el comando Categorize el cual se encuentra en Image Analysis Categorize.



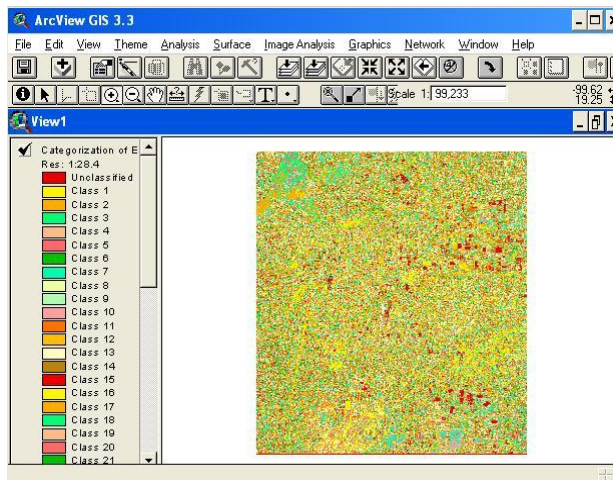
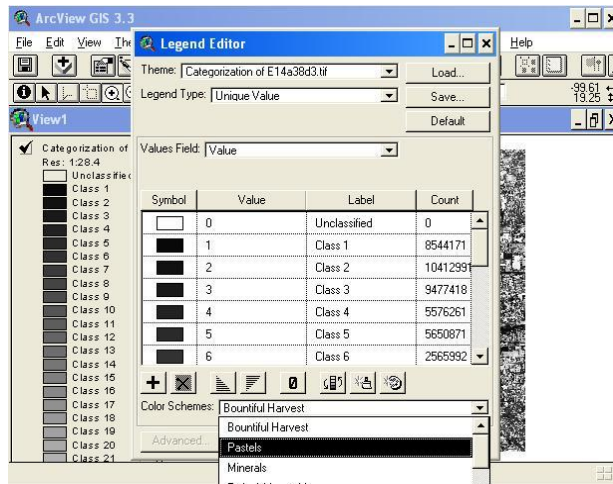
7.- Posteriormente nos solicita el número de clases por designar, elegimos 30 para el tipo de trabajo que requerimos y se da click sobre el botón Yes.



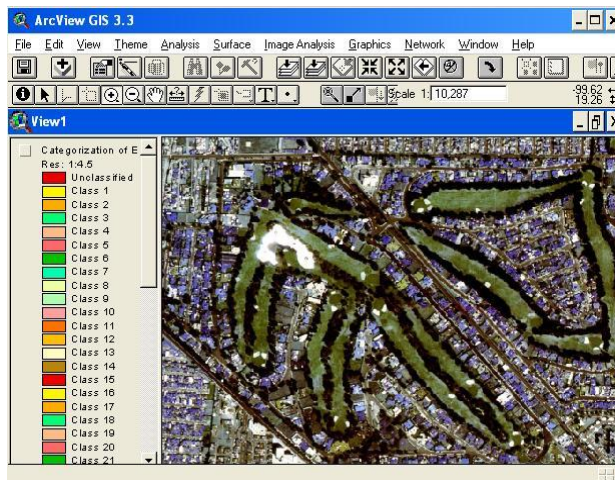
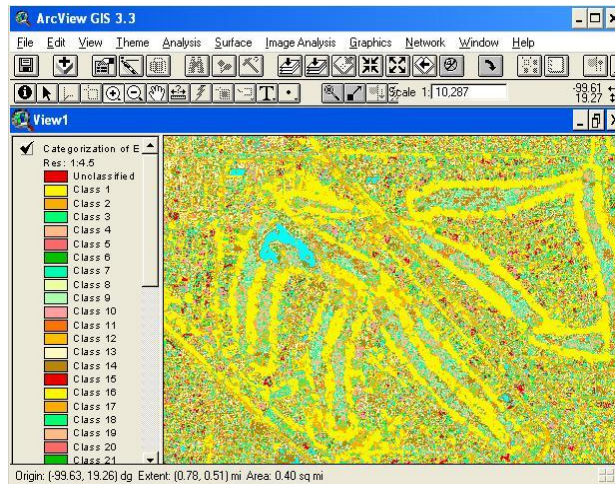
8.- Se da tiempo a que el software termine con el proceso y a que abra la categorización.



9.- Después de que se abre la categorización se cambia el tipo de color para hacer una mejor comparación con los pixeles de la imagen del arbolado que son los que interesan, esto se hace dando doble click sobre el nuevo tema y en la parte de Color Schemes se elige que un tipo de combinación de los que presenta el software.

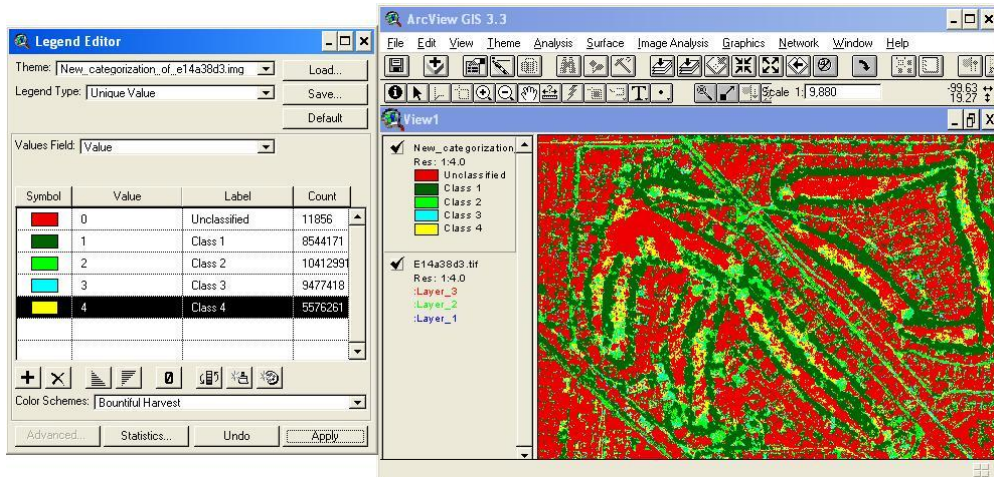
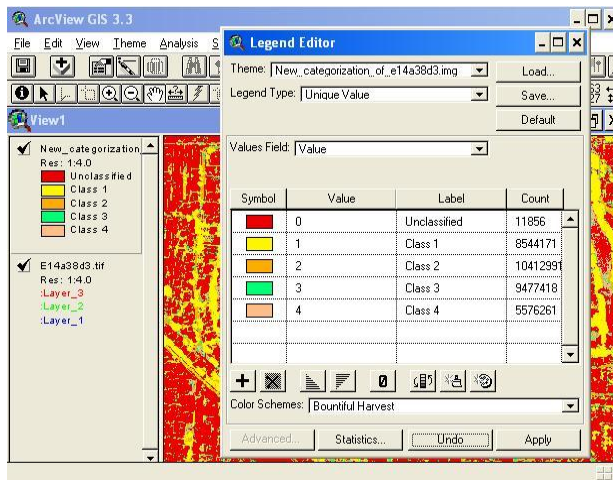
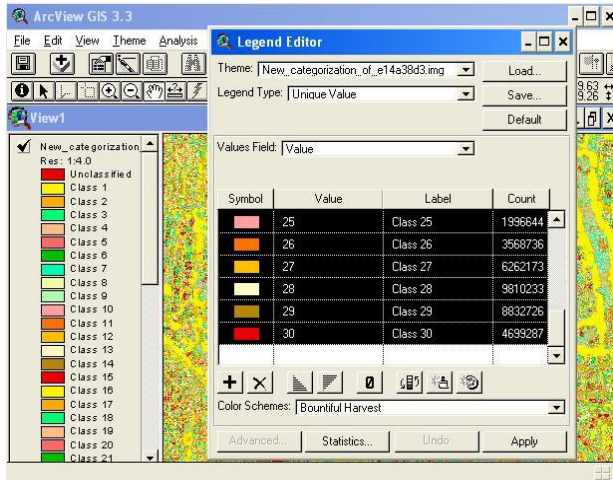


10.- Ya que se tiene la categorización y la imagen, se debe tener un zoom adecuado para apreciar mejor los valores que se eliminarán es decir, acercar la imagen lo suficiente para comparar la clasificación de la categorización y los pixeles de la imagen.

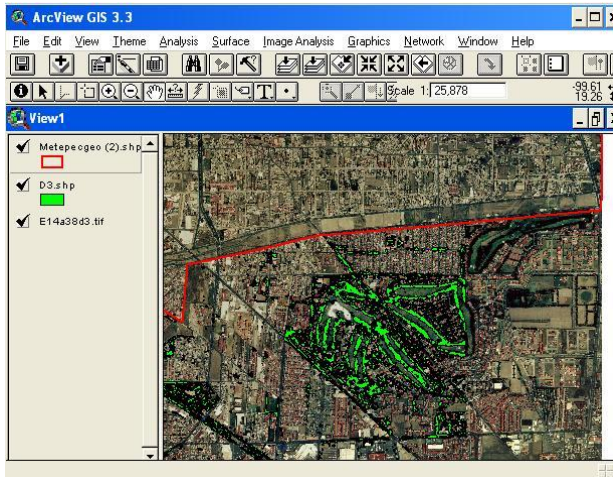
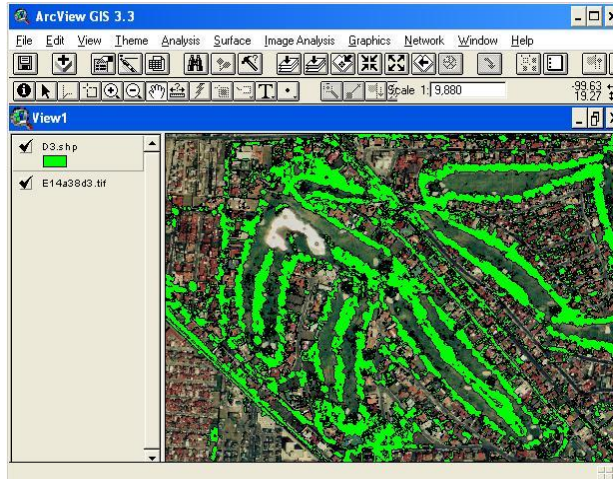


11.- Posteriormente cuando se conocen los valores que se utilizaran de la clasificación antes hecha se procese a eliminar los datos de la categorización que no corresponde al arbolado urbano, esto se hace dando doble click sobre tema que contiene la clasificación, se seleccionan los datos y se da click sobre el tache, se van eliminando valores hasta quedar con los necesarios y se asignan colores distintos para hacer la limpieza cartográfica.

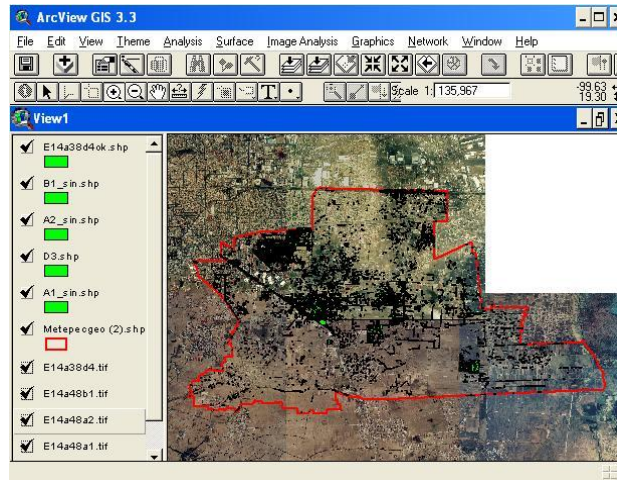




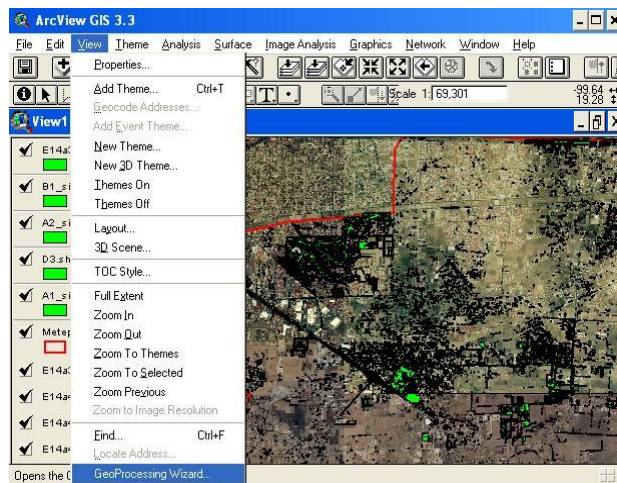
12.- Una vez que se tienen los valores adecuados se comienza a realizar la limpieza cartográfica hasta que en la imagen solo queden datos sobre arbolado, además se agrega el *shape* del municipio para respetar los límites municipales.



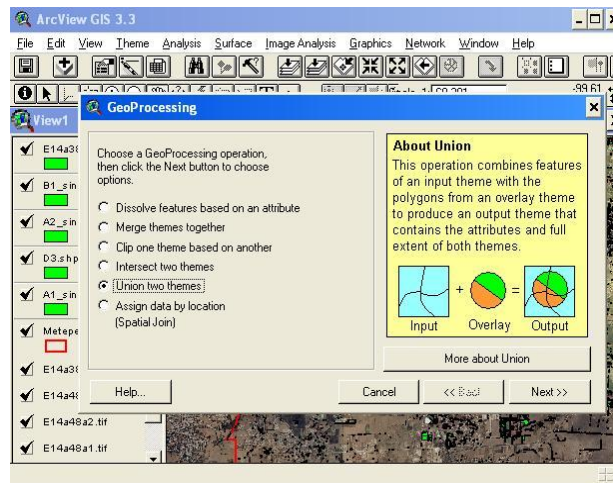
13.- Este procedimiento se hace para las ortofotos restantes que cubren al municipio.



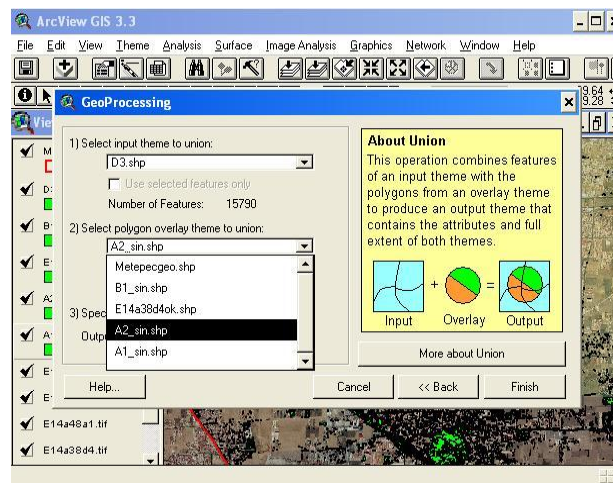
14.- Ya que se obtiene el arbolado de cada ortofoto se procede a unir los *shapes* para obtener solo uno, esto se hace con el comando Geoprocessing Wizard el cual encontramos dando click en View y posteriormente en Geoprocessing Wizard.

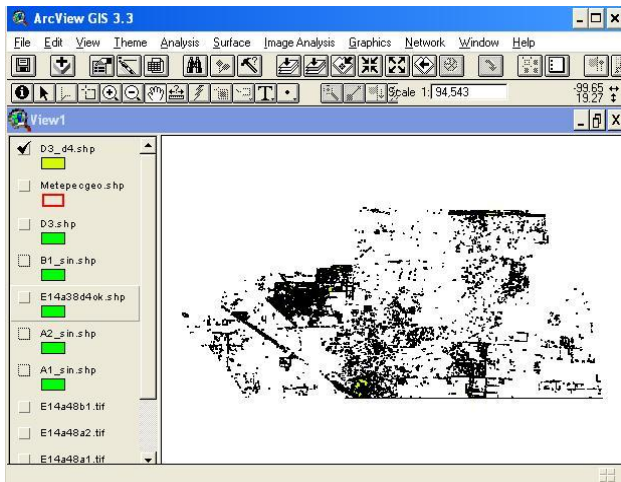
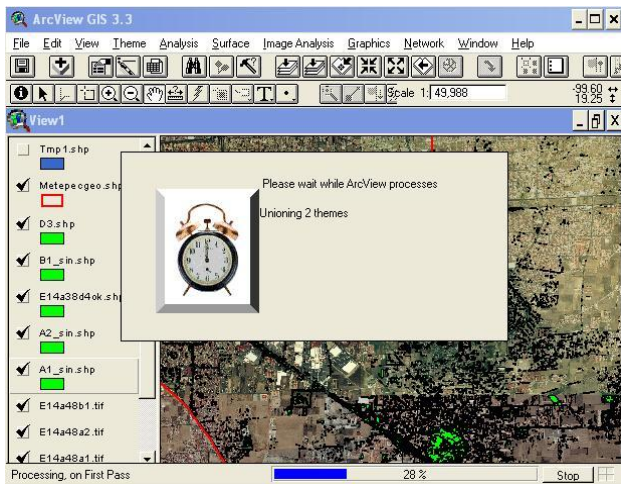
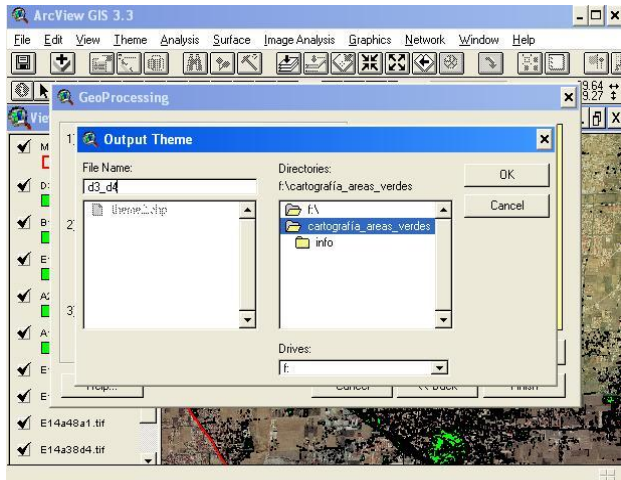


15.- Después de dar click en Geoprocessing Wizard se activa la casilla Union two themes y se da click en Next.

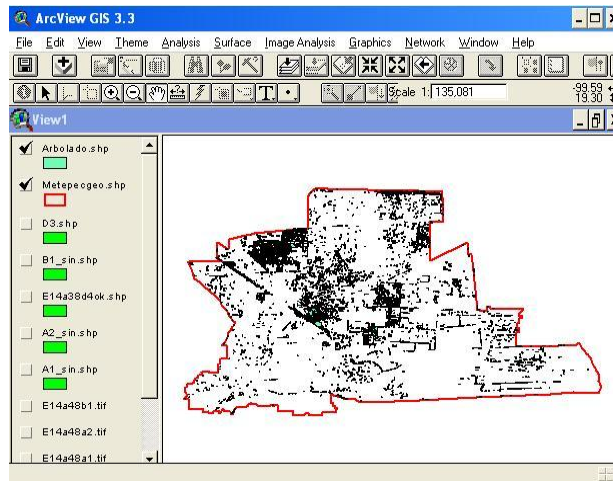


16.- A continuación aparece un recuadro en donde se seleccionan los temas que se unirán, los cuales se buscan en la carpeta contenedora de los mismos y también se da nombre al nuevo *shape* y la ubicación donde quedara guardado y se click sobre la opción finish y se da tiempo a que el software termine el proceso.

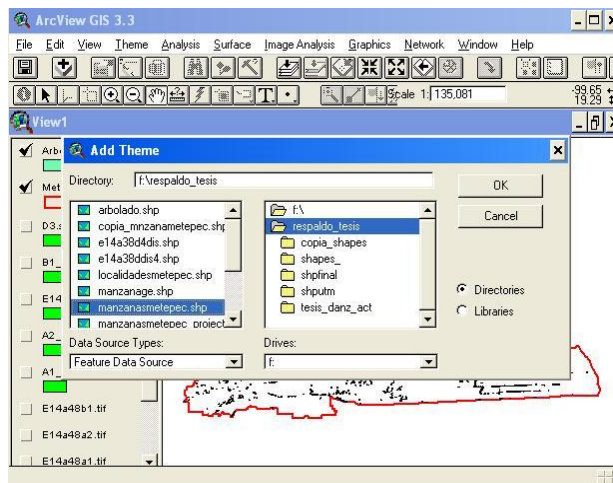


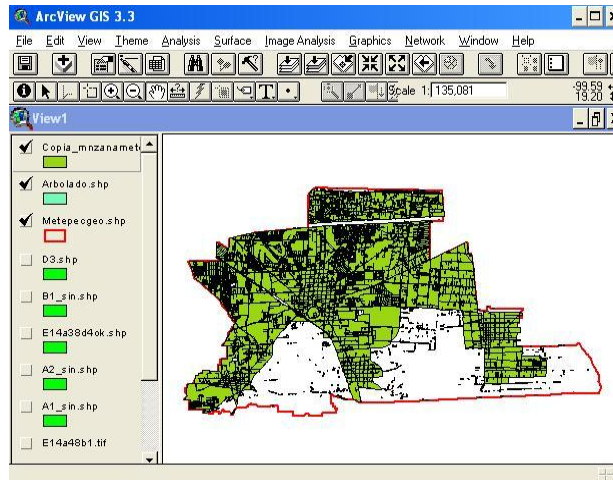


17.- Esto se hace con las ortofotos restantes para obtener un solo *shape*.

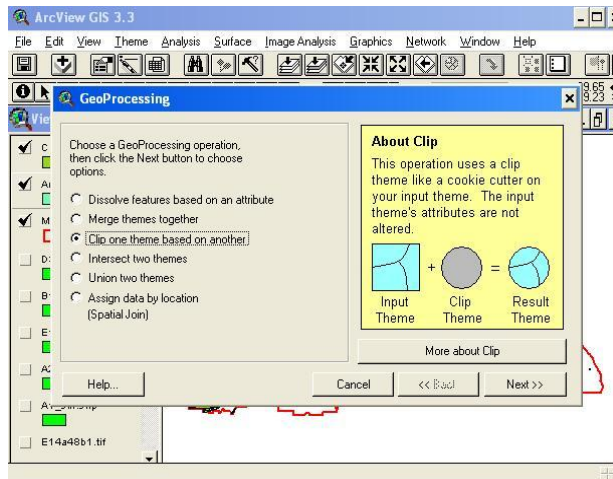


18.- Posteriormente se agrega el *shape* que contiene las manzanas de la zona urbana del municipio de Metepec, esto se hace dando click en la opción de Add Theme que se encuentra la barra de herramientas o en su lugar presionando las teclas Ctrl T, se busca el archivo en la carpeta donde está ubicado y se da click en OK, para abrir el archivo.

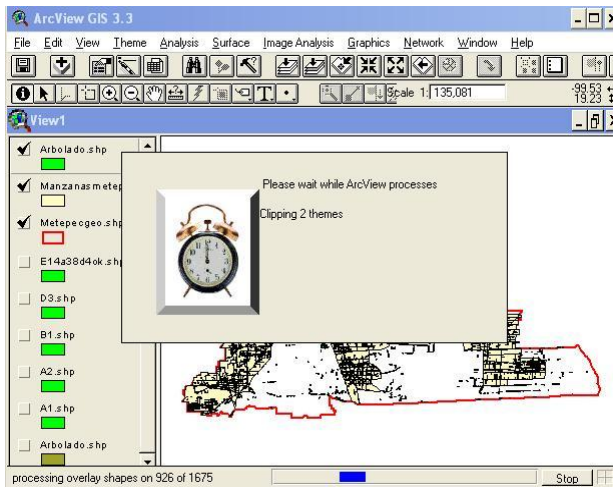
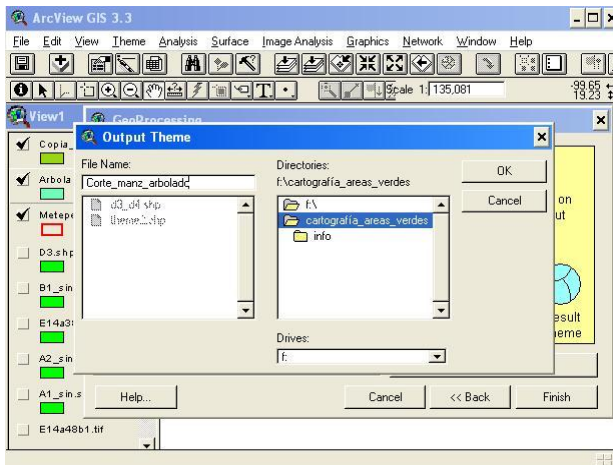
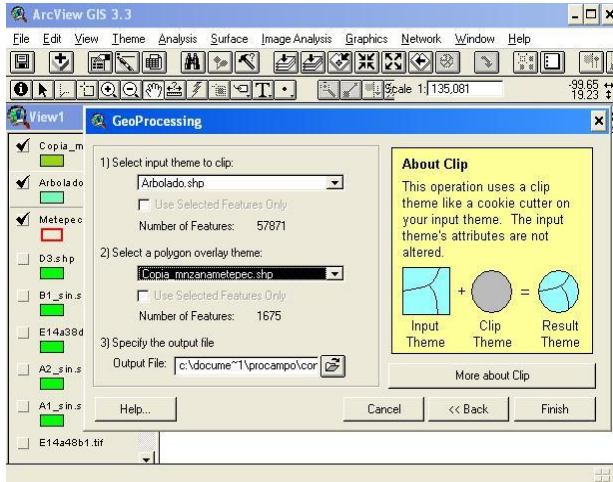




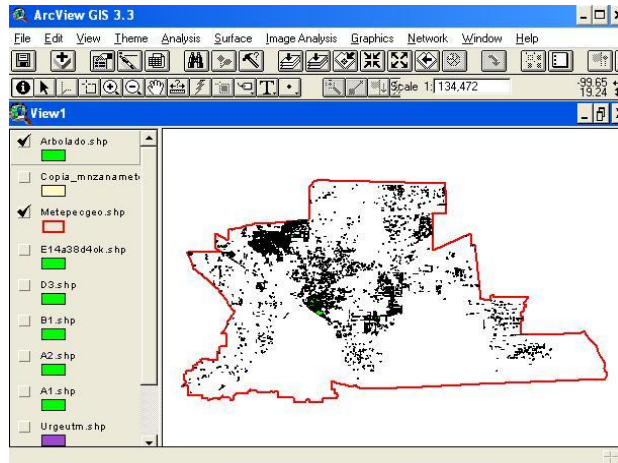
19.- Después se procede a cortar el *shape* que contiene el arbolado con el de las manzanas, esto se hace dando click en View y posteriormente en Geoprocessing Wizard en la opción Clip one theme based on another y se oprime Next.



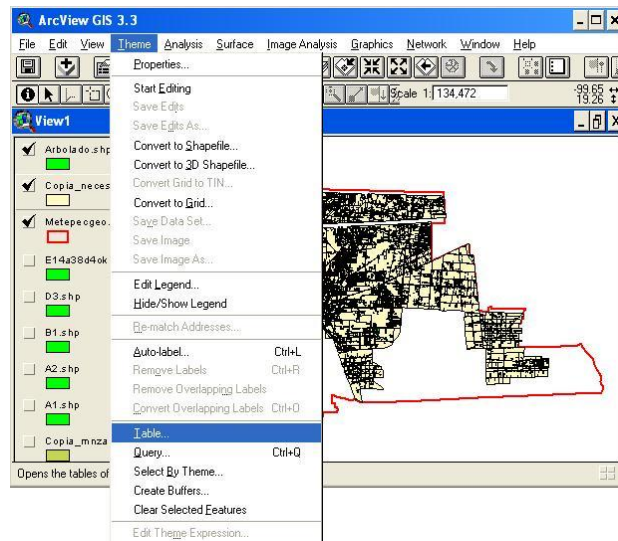
20.- En seguida aparece un recuadro en donde se seleccionan los temas que se cortaran, los cuales se buscan en la carpeta contenedora de los mismos y también se da nombre al nuevo *shape* y la ubicación donde quedara guardado y se click sobre la opción finish y se da tiempo a que el software termine el proceso.



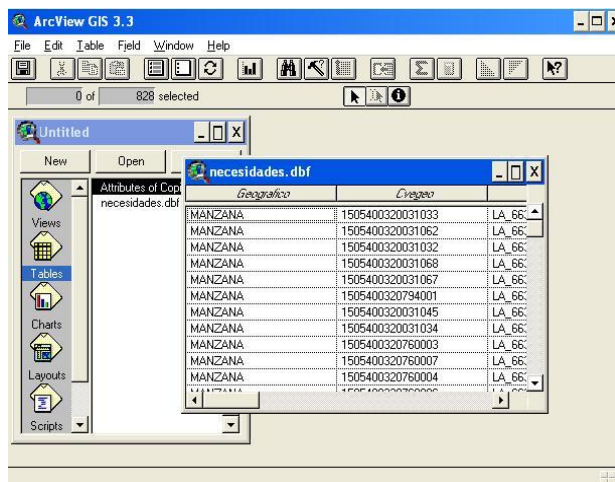
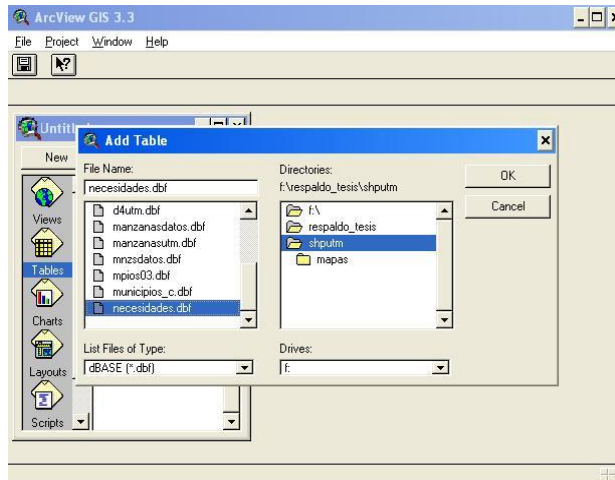




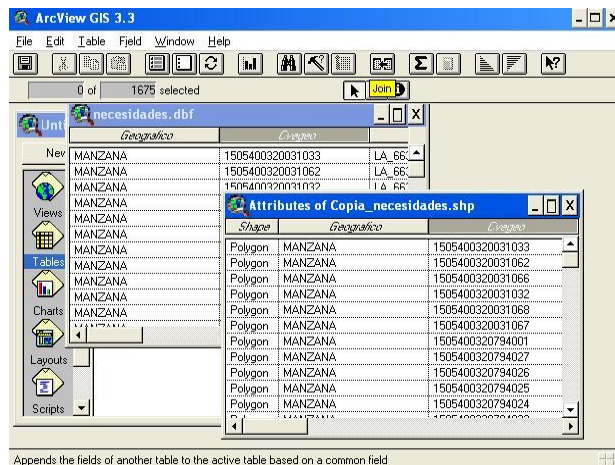
21.- Una vez que se a terminado el corte del tema se procede a realizar la relación existente entre el arbolado y habitantes de la zona urbana del municipio, esto se hace desde la tabla de atributos la cual se muestra al dar click en Theme Table.



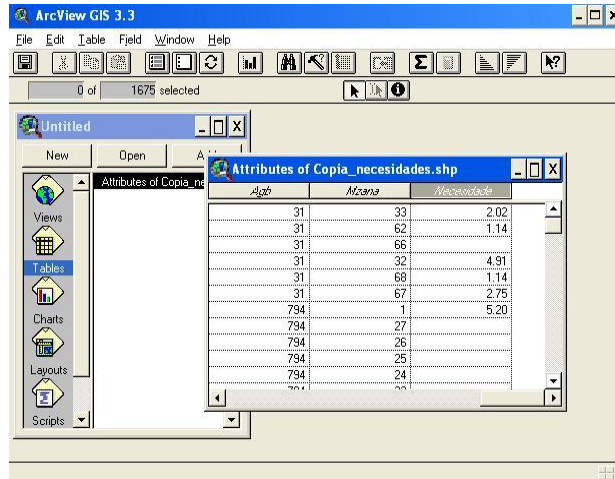
22.- Después de abrir la tabla con los atributos de las manzanas se debe abrir una tabla nueva que contenga el número de habitantes por manzana, esta se abre dando click en Add que se encuentra en el área sin titulo, se busca el archivo que debe estar en formato .dbf en la carpeta correspondiente y se da click en OK.



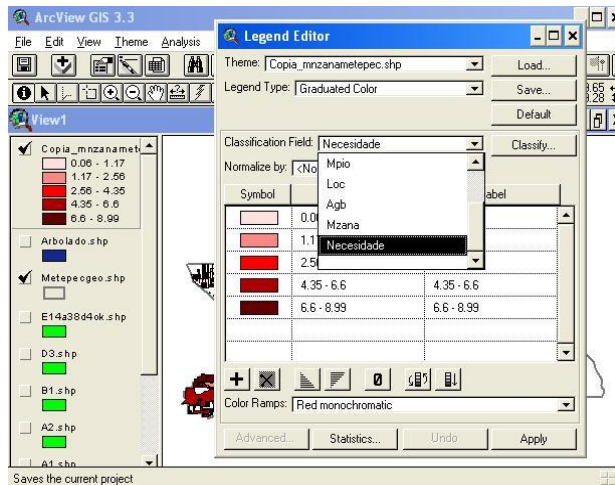
23.- Al tener abiertas ambas tablas se necesitan unir las lo cual se hace seleccionando ambos campos que deben tener el mismo nombre en ambas tablas mediante el comando Join el cual se está en la barra de herramientas.

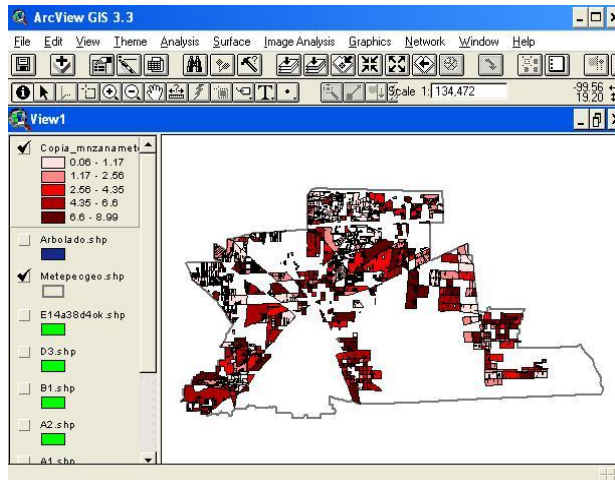


24.- Una vez completada la unión de ambas tablas es necesario crear un nuevo campo que contendrá los valores obtenidos de la relación Densidad–Habitantes, el cual se nombrara necesidades

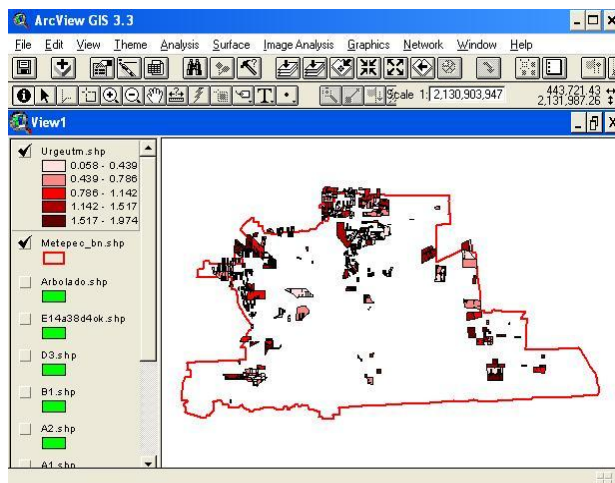


25.- Teniendo la tabla completa con el campo de necesidades se abre el shape y se filtra dando doble click sobre el mismo, sobre la pestaña Legend Type se da click y se selecciona Graduated Color y en Classification Field escogemos el atributo de necesidad y por último se le da click en Apply.





26.- Por ultimo se toman los valores que estan por debajo de los 2 metros cuadrados de arbolado y crea el mapa de colonias que urgen.



人