



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

## PARQUES URBANOS Y SUSTENTABILIDAD: EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL PARQUE MATLAZINCAS, TOLUCA

# T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES  
P R E S E N T A  
MARTHA VANESSA CRUZ RODRÍGUEZ

DIRECTORES DE TESIS:

D. EN C.A. CARLOS ALBERTO PÉREZ RAMÍREZ

D. EN C. GUSTAVO ALVAREZ ARTEAGA



TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO; AGOSTO DE 2019

## **Contenido**

<b>Resumen .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>13</b>
1.2.1 Objetivo general .....	13
1.2. 2 Objetivos específicos.....	13
<b>1.3 Justificación .....</b>	<b>14</b>
<b>2. Marco teórico conceptual .....</b>	<b>15</b>
2.1 Sustentabilidad .....	15
2.1.1 Antecedentes y definición de sustentabilidad.....	15
2.1.2 Indicadores de sustentabilidad .....	19
2.2 Parques urbanos.....	24
2.2.1 Antecedentes de los parques urbanos.....	24
2.2.2 Conceptualización de los parques urbanos .....	26
2.3 Funciones y servicios ambientales.....	29
2.3.1 Funciones ambientales.....	29
2.3.2 Servicios ambientales.....	31
2.3.3 Clasificación de los servicios ambientales .....	33
2.4 Enfoques para análisis de los servicios ambientales en parques urbanos.....	37
<b>3. Caracterización del Parque Urbano Matlazincas.....</b>	<b>43</b>
3.1 Antecedentes históricos .....	43
3.2 Presencia de flora y fauna en el parque .....	46
3.3 Patrimonio cultural y artístico .....	47
3.4 Infraestructura, equipamiento y servicios .....	50

3.5 Características socioeconómicas .....	53
3.6 Características del visitante .....	56
3.7 Administración y participación social .....	56
3.8 Problemática ambiental en el PMU .....	57
<b>4. Metodología .....</b>	<b>59</b>
<b>5. Resultados .....</b>	<b>67</b>
5.1 Impacto ambiental del Parque Urbano Matlazincas .....	67
5.2 Análisis de los servicios ambientales del PUM .....	70
5.2.1 Servicios de captura del carbono .....	70
5.2.2 Servicios de infiltración de agua .....	79
5.2.3 Servicios culturales .....	81
<b>6. Estrategias de sustentabilidad para los servicios ambientales en el PUM .....</b>	<b>90</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>97</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>108</b>
Guía de entrevista .....	108
Cuestionario sobre los servicios culturales .....	109
Cedula de identificación de árboles para captura de carbono .....	113
Cedula de infiltración de agua .....	114
Anexo grafico .....	115
Anexo fotográfico .....	118
Decreto del Parque Urbano Matlazincas .....	121
Propuesta de señalética al interior del parque .....	128
Propuesta de reglamento interno del PUM .....	129

## Resumen

Los parques urbanos representan importantes espacios para el desarrollo de la sociedad y la conservación ambiental, pues favorecen el mejoramiento en la calidad del aire, la captura de dióxido de carbono, la captación de agua de lluvia, la protección de la vegetación y diversidad biológica del lugar, así como espacios públicos para la práctica de actividades recreativas, deportivas y culturales. La investigación tiene como objetivo analizar los servicios ambientales de captura de carbono, infiltración de agua y servicios culturales en el Parque Urbano Matlazincas (PUM), localizado en la ciudad de Toluca, Estado de México, con la finalidad de formular estrategias que contribuyan a la conservación ambiental y el bienestar social. La metodología retoma las aportaciones de Martín-López y Montes (2010), sobre las funciones y servicios ambientales, así como de USDA (1999), para conocer la velocidad de la infiltración de agua en el PUM. Además, se obtuvo el carbono almacenado en los árboles mediante las ecuaciones alométricas propuestas por Rojas-García *et al.* (2005) y Montero *et al.* (2005), y se aplicaron 137 cuestionarios para conocer la percepción de los visitantes hacia los servicios culturales. Los principales hallazgos de la investigación destacan que la velocidad de infiltración del agua va de moderado a moderadamente rápido, debido a que el tipo de suelo predominante es Feozem, que es un suelo poroso que permite se infiltre una mayor cantidad de agua. Por otro lado, el total de carbono almacenado en 7.97 ha es de 214.73 ton/ha de Carbono, del cual el género que más carbono almacena es *Casuarina equisetifolia* el cual representa el 34.93% seguido por *Fraxinus uhdei* con 33.06% y *Cupressus lusitánica* con 31.99%. Además, los visitantes no conocen los servicios ambientales que genera el parque ni las actividades que oferta, por lo que es conveniente que se realice una mejor difusión de estos. Finalmente se formularon estrategias de sustentabilidad para los servicios ambientales en el PUM.

**Palabras clave:** sustentabilidad, parques urbanos, indicadores, servicios ambientales

## Abstract

Urban parks represent important places for the development of society and environmental conservation, because they improve air quality, carbon dioxide capture, rainwater collection, vegetation protection and biological diversity of the place, as well as public places for the practice of recreational, sports and cultural activities. This paper aims to analyze the environmental services of carbon sequestration, water infiltration and cultural services in the Matlazincas Urban Park (PUM), located in Toluca city, State of Mexico, in order to formulate strategies that will contribute to the environmental conservation and social welfare. The methodology is based on the contributions of Martín-López and Montes (2010), about the environmental functions and services, as well as USDA (1999), to know the speed of water infiltration in the PUM. In addition, the carbon stored in the trees was obtained using the allometric equations proposed by Rojas-García et al. (2005) and Montero et al. (2005), and 137 questionnaires were applied to know the perception of visitors towards cultural services. The main research findings emphasize that the rate of water infiltration goes from moderate to moderately fast, because the predominant soil type is Feozem, a porous soil allowing more water to infiltrate. On the other hand, the total carbon stored in 7.99 ha is 214.73 ton/ha of Carbon, which represents the *Casuarina equisetifolia* 34.93% followed by *Fraxinus uhdei* with 33.06% and 31.99% with *Cupressus lusitánica*. Moreover, visitors don't know the environmental services or the activities generated by the park, therefore it is advisable to make a better diffusion of these. Finally, sustainability strategies are formulated for environmental services in the PUM.

**Keywords:** *sustainability, urban parks, indicators, environmental services*

## **Introducción**

Los parques urbanos constituyen espacios públicos de significativa importancia ambiental y sociocultural para las ciudades, pues permiten mejorar la calidad del aire, la captación de lluvia y protección de la diversidad biológica, además cumplen con una función ornamental dotando de un paisaje natural e incluso conforman espacios para la convivencia social permitiendo la realización de actividades deportivas, recreativas y culturales para el adecuado desarrollo de la población.

Sin embargo, el crecimiento demográfico y la modificación en la estructura de las ciudades limitan el espacio y existencia de los parques urbanos. Se estima que en las ciudades Latinoamericanas, los parques urbanos en relación con el número de habitantes y los metros cuadrados que deben existir de áreas verdes son muy variados, en Uruguay para el año 2011 en la ciudad de Montevideo se estimaron 12.68 m<sup>2</sup> por habitante, por otra parte en países como Bolivia, Perú, Argentina, Colombia, Chile y México las estimaciones van desde 1 m<sup>2</sup> por habitante hasta 6.2 m<sup>2</sup> por habitante (Terraza, 2012), a pesar de que la Organización Mundial de la Salud, considera que deben existir por lo menos 9 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, mismas que se deben encontrar a no más de 15 minutos de distancia de su lugar de residencia (OMS, 2015).

Además, el deterioro de los recursos y la contaminación, constituyen problemáticas ambientales que ponen en riesgo la continuidad de los parques urbanos, como la destrucción de la cubierta forestal, la erosión y degradación de suelos, la introducción de especies, la generación e inadecuada disposición de residuos sólidos, incluso no contar con suficientes espacios verdes urbanos, se da un fenómeno conocido como isla de calor, que incrementa la temperatura dentro de las ciudades, esta problemática se refiere a una diferencia de temperatura entre los centros urbanos y sus alrededores, esto se da principalmente por el cambio de uso

de suelo, es decir, se presenta una modificación al uso del suelo derivado de los procesos de urbanización, se transforman las superficies con materiales impermeables como concreto y asfalto los cuales acumulan el calor, caso contrario ocurriría si se tuvieran áreas verdes en las cuales el calor pudiera ser distribuido entre las plantas (Villanueva-Solís, Ranfla y Quintanilla-Montoya, 2013).

La calidad ambiental de una ciudad es proporcional al número y tamaño de los parques urbanos con los que cuente. La pérdida de número y tamaño de los parques urbanos en las ciudades implica a su vez la pérdida de los servicios ambientales que estos proporcionan al entorno y a la sociedad, asimismo se produce el fenómeno conocido como isla de calor (Ordenes, *et. al*, 2001).

Frente a esta realidad es necesario reconocer los servicios ambientales que brindan los parques urbanos, considerados como los beneficios ecológicos que brinda a la sociedad, a partir de la captura de carbono y la producción de oxígeno, regulación del clima, mejoramiento en la calidad del agua, protección a la biodiversidad, espacios para la recreación y prácticas deportivas, entre otros, con la finalidad de contribuir a la valoración social de la importancia de su conservación y adecuado aprovechamiento.

Sin embargo, a pesar de estas valiosas contribuciones, poco se ha avanzado en el análisis de los servicios ambientales presentes en los parques urbanos en México. De esta forma se plantea la necesidad de analizar los servicios ambientales dentro de los parques urbanos, retomando como caso de estudio el Parque Urbano Matlazincas (PUM), ubicado en la Ciudad de Toluca, con una extensión de 7.9 hectáreas y fue decretado como Parque Urbano el 23 de agosto de 2013.

En las principales características biofísicas del PUM destacan flora especies como cedro blanco (*Cupressus lindleyi*), fresno (*Fraxinus udhei*), trueno verde (*Ligustrum*

*lucidum*), casuarina (*Casuarina equisetifolia* L.) y fauna como Golondrina (*Hirundo rustica*), Zorzal pechirrojo (*Turdus migratorius*) y Gorrión coronirufu (*Spizella passerina*). Además, en la riqueza cultural sobresalen la iglesia de estilo neoclásico construida por los Franciscanos en el siglo XVIII, el Centro de Educación Ambiental, el cual tiene el objetivo de ofrecer orientación para la ciudadanía sobre la educación ambiental y el impacto de las actividades humanas, el Museo de Ciencias Naturales que fue inaugurado el 2 de marzo de 1971, con el objetivo de difundir entre los visitantes del parque, la importancia de la preservación de los recursos naturales, así como la escuela de Artes Plásticas Fernando Cano.

A pesar de la importancia cultural y natural del parque, enfrenta diversas problemáticas ambientales como la introducción de vehículos, las actividades recreativas en el área de juegos, la venta de alimentos, la introducción de mascotas, introducción de alimentos, recorridos programados, caminatas y escalada. Frente a estas problemáticas es importante comprender ¿Cuáles son los servicios ambientales de regulación, provisión y culturales que brinda el Parque Urbano Matlazincas? y ¿De qué forma es posible fortalecer los servicios ambientales que brinda el parque, fin de contribuir la conservación ambiental y el bienestar social?

Para dar respuesta a estas interrogantes se planteó como objetivo general, analizar los servicios ambientales de captura de carbono, infiltración de agua y culturales en el Parque Urbano Matlazincas (PUM), con la finalidad de formular estrategias que contribuyan a la conservación ambiental y el bienestar social. Del mismo modo se definieron como objetivos específicos comprender diversas nociones teóricas, conceptuales y metodológicas sobre los parques urbanos, sustentabilidad, funciones y servicios ambientales; caracterizar la situación ambiental del Parque Urbano Matlazincas; analizar los servicios ambientales de regulación, provisión y culturales presentes en el lugar de estudio; así como diseñar estrategias que contribuyan a la continuidad y fortalecimiento de los servicios ambientales.



La investigación consta de seis apartados 1) se presenta el planteamiento del problema, 2) se desarrolla el marco teórico conceptual en el cual se abordan temas como sustentabilidad, indicadores de sustentabilidad, parques urbanos y servicios ambientales, que permitieron conceptualizar la investigación, 3) se presenta la caracterización del Parque Urbano Matlazincas como lugar de estudio, describiendo sus condiciones como flora, fauna, infraestructura, así como algunos aspectos administrativos, 4) se presenta la metodología de la investigación, 5) contiene el análisis de los resultados de la investigación y 6) se incluyen propuestas conclusiones, referencias y anexos que se integran por la guía de entrevista a las autoridades del PUM, cuestionario sobre los servicios culturales, cédula de identificación de árboles para captura de carbono, cédula de infiltración de agua, anexo gráfico, anexo fotográfico, decreto del Parque Urbano Matlazincas, propuesta de señalética al interior del parque y propuesta de reglamento interno.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación titulado “Funciones y servicios ecosistémicos para la gestión ambiental en el Parque Urbano Matlatzincas” registrado en la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados de la UAEM con la clave: 4712-2019SF

## **1. Planteamiento del problema**

Si bien, en México los servicios ambientales son considerados como un instrumento económico, incluso la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE) cuentan programas de pago por servicios ambientales que otorgan incentivos a los usuarios del suelo, para que la población realice un mejor manejo de los recursos naturales que tiene a su alcance (CONAFOR, 2015; PROBOSQUE, 2007). Además, la Comisión Nacional de Agua, ha implementado la Compensación Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, la cual tiene como objetivo realizar restauración de suelos, reforestación y mantenimiento de sistemas forestales deteriorados con la finalidad de que estos ecosistemas que han sido afectados por el cambio de uso de suelo, para que se compensen los servicios ambientales como el ciclo hidrológico, ciclos biogeoquímicos, captura de carbono, recuperación de biodiversidad, entre otros (CONAGUA, 2016). Dichos apoyos solo aplican para espacios forestales y no existen estos instrumentos orientados a los espacios verdes urbanos.

Además, existen diversas investigaciones y estudios previos, sobre la importancia ambiental de los parques urbanos y de los servicios ambientales que aportan, para la continuidad de las funciones de los ecosistemas y las condiciones de vida de la sociedad. Tal es el caso de las aportaciones de Quétie, Tapella, Conti, Cáceres y Díaz (2007), que realizan un estudio teórico para el análisis del concepto de servicios ambientales, considerando distintos enfoques, pero destacando el componente social de los servicios que los ecosistemas brindan a la sociedad. Por otra parte, García y Guerrero (2006), realizan la construcción de indicadores que permita evaluar en forma integral las condiciones de sustentabilidad de los parques urbanos.

Asimismo, Vásquez (2016), presenta aproximaciones sobre los espacios verdes urbanos y sus servicios, destacando los conceptos de infraestructura verde y servicios ecosistémicos aplicado al corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile, al tiempo que Rivera (2016) analiza el estado de 130 parques, así como las percepciones, comportamientos y usos de los usuarios. Finalmente, Szumacher y Malinowska (2013), explican los objetivos de los servicios ecosistémicos urbanos utilizando el ejemplo de Varsovia, una ciudad en continua transformación, en la cual las áreas verdes son un importante elemento del manejo del espacio.

Sin embargo, a pesar de estas valiosas contribuciones, poco se ha avanzado en el análisis de los servicios ambientales presentes en los parques urbanos en México. De esta forma se plantea la necesidad de analizar los servicios ambientales dentro de los parques urbanos, retomando como caso de estudio el Parque Urbano Matlazincas (PUM), ubicado en la Ciudad de Toluca.

Además, no se ha reconocido la importancia que este sitio tiene, debido a que las personas que visitan el PUM no reconocen los servicios que les brindan las áreas verdes cada vez que lo visitan o a los habitantes cercanos a estos. La cubierta forestal con la que cuenta el PUM, permite que los árboles capturen carbono derivado de las actividades humanas y por ende purificar y mejorar la calidad del aire en la zona en la que se encuentre ubicados las áreas verdes, además regulan la temperatura, en zonas arboladas la temperatura es más templada, por otra parte también contribuyen a la recarga de los mantos acuíferos, debido a que el tipo de suelo permite infiltrar cierta cantidad de agua, lo cual los hace importantes zonas de recarga, finalmente las áreas verdes proporciona a los visitantes lugares de recreación, relajación y belleza escénica. Es por lo que, es importante que los visitantes de este lugar lo protejan, ya que representan un beneficio para el ambiente y para la población de la ciudad de Toluca.

Frente a estas problemáticas surgen como preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los servicios ambientales de regulación, provisión y culturales que brinda el Parque Urbano Matlazincas?
- ¿De qué forma es posible fortalecer los servicios ambientales que brinda el parque, fin de contribuir la conservación ambiental y el bienestar social?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Analizar los servicios ambientales de captura de carbono, infiltración de agua y culturales en el Parque Urbano Matlazincas (PUM), con la finalidad de formular estrategias que contribuyan a la conservación ambiental y el bienestar social.

### **1.2. 2 Objetivos específicos**

- Comprender diversas nociones teóricas, conceptuales y metodológicas sobre los parques urbanos, sustentabilidad y los servicios ambientales.
- Caracterizar la situación ambiental del Parque Urbano Matlazincas.
- Analizar los servicios ambientales de soporte, regulación y culturales presentes en el lugar de estudio.
- Diseñar estrategias que contribuyan a la continuidad y fortalecimiento de los servicios ambientales.

### **1.3 Justificación**

Los servicios ambientales son trascendentales para el desarrollo de los seres vivos ya que estos proveen las condiciones que propician que las personas cuenten con una mejor calidad de vida. Los servicios ambientales tienen características que promueven la captación de carbono en los árboles, con lo cual el aire se encuentra en constante purificación, además de proporcionar un hábitat para las diversas especies que existen, también se produce una infiltración de agua lo que conlleva a una recarga de los mantos freáticos. Si bien es cierto que este tipo de estudios solo se han realizado en espacios en los cuales se ofrece un pago por cuidar de los recursos naturales, aún no existe una investigación que se enfoque a los servicios ambientales que brinda un parque urbano.

Existen varios parques urbanos en el Estado de México y principalmente en la ciudad de Toluca. El Parque Urbano Matlazincas se eligió para el estudio, debido a la superficie de 7.9 hectáreas que tiene y su ubicación en una zona completamente urbanizada y céntrica, por lo que presenta una afluencia considerable. Además, cuenta áreas verdes y oferta diversas actividades culturales y recreativas que propician la conservación ambiental y bienestar de la población.

Sin embargo, no se han realizado estudios previos que permitan analizar los servicios ambientales presentes en el parque, con el fin de dar a conocer su importancia a la sociedad y visitantes del PUM, así como generar estrategias para un adecuado aprovechamiento del parque, las actividades recreativas y culturales que ofrece.

## **2. Marco teórico conceptual**

Este apartado tiene como finalidad comprender diversas nociones teóricas y conceptuales sobre el objeto de estudio, retomando aportaciones de estudios e investigaciones previas sobre la temática. En este sentido se destacan los antecedentes, enfoques e indicadores de la sustentabilidad. Del mismo modo, se describen las nociones conceptuales sobre los parques urbanos, antecedentes y su clasificación. Posteriormente se especifican los tipos de servicios ambientales que existen, destacando aquellos que se encuentran presentes en los parques urbanos. Finalmente se exploran diversas perspectivas metodológicas para el análisis de los servicios ambientales en los parques urbanos.

### **2.1 Sustentabilidad**

#### **2.1.1 Antecedentes y definición de sustentabilidad**

Si bien el concepto de sustentabilidad surge en 1987 con el informe Brundtland, tiene su origen mucho antes con la crítica social, sobre la creciente explotación de los bosques por las protoindustrias de hierro y plata en Europa. En 1713 se proponía la utilización óptima de los bosques, así como considerar su capacidad de regeneración, para no tener un volumen de producción mayor a la capacidad de regeneración de la masa forestal (Marquardt, 2006).

Desde 1713 hasta 1972 se presentaron una serie de acciones que cada vez degradaban más el ambiente, desde la extracción irracional de recursos provenientes de la naturaleza, hasta el crecimiento demográfico. Ante la percepción del deterioro creciente en el medio natural y en la explotación excesiva de los recursos naturales, los países comenzaron a preocuparse por la situación

ambiental, con ello surgieron informes y convenciones que tenían como tema principal la preservación de la naturaleza (Gómez, 2014).

Del mismo modo Leff (1975), reconoce como antecedente de la sustentabilidad el “ecodesarrollo” que fue propuesto en los países de tercer mundo que estaban fuera del modelo de desarrollo de los países industrializados. El ecodesarrollo trata de adoptar estilos diferentes de desarrollo para cada país, teniendo en cuenta la realidad de cada uno de ellos, es decir, disponibilidad de recursos naturales, historia, aspectos culturales y sociales, de esta forma se aseguraría tener un desarrollo a largo plazo con mejores resultados. Sin embargo, el concepto de ecodesarrollo quedó desplazado cuando comenzaba a popularizarse el concepto de desarrollo sustentable definido por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo con el Informe Brundtland (Estenssoro, 2015).

En 1972 se realizó la Convención de Estocolmo, una de las primeras convenciones que se llevaron a cabo a nivel mundial, debido a la preocupación de la degradación global de ambiente. En ese mismo año es publicado “Los límites al crecimiento” también conocido como el Informe del Club de Roma, en el cual se manifestaba la preocupación por la problemática ambiental global y que el crecimiento económico tarde o temprano llevaría a la humanidad a un colapso, ya sea por la acumulación de la contaminación o por la ausencia de recursos y de continuar con la tendencia de crecimiento económico, el sistema global colapsaría y se sobrecargaría para el año 2000 (Gómez, 2014). La importancia de este informe radicó en que mostraba un panorama que no era favorable para los seres humanos, reconociendo que el desarrollo económico y modo de producción está vinculado con los recursos naturales.

Es así como en 1983 la ONU crea la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la cual fue la encargada de crear y publicar en 1987 el Informe

Brundtland, en el cual se utiliza por primera vez el término de desarrollo sustentable el cual se define como aquel que “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (ONU, 1987).

Esta sustentabilidad abarca tres dimensiones, en las cuales debe existir un equilibrio constante y son a) social este pilar abarca la interacción que se presenta con la sociedad, es decir, grupos sociales con intereses comunes que formen redes para que se pueda dar un cambio de actitudes, prácticas personales, en el que las personas se preocupen por los demás para mejorar la calidad de vida humana del ambiente que los rodea a través de las generaciones, b) ambiental: se basa en la relación que se da entre las actividades humanas y la preservación de la biodiversidad, en este pilar se debe mantener el equilibrio de los ecosistemas sin rebasar su capacidad de carga, se pretende que exista la preservación de los recursos naturales sin dejar de lado las actividades que se realizan para abastecer las necesidades de los seres humanos y c) la dimensión económica se basa en identificar mecanismos financieros que contribuyan a la conservación ambiental, además de gestionar capital humano y recursos económicos con la finalidad de generar una economía local (Covarrubias, Ojeda y Cruz, 2011).

La sustentabilidad debe estar basada en estas tres dimensiones para poder tener un mejor aprovechamiento de los recursos, mejorar los procesos productivos y patrones de consumo (Figura 1).



Figura 1. Dimensiones de la sustentabilidad



Fuente: Covarrubias, Ojeda y Cruz (2011)

A partir del concepto que se planteó en el Informe Brundtland, se han desarrollado una serie de definiciones de sustentabilidad como la de Bifani (1999) que asocia la sustentabilidad con la capacidad de carga de los sistemas naturales para soportar el desarrollo de los seres humanos, esto implica que el sistema económico debe tener límites en su desarrollo, es decir, debe respetar la capacidad de carga y el tiempo de regeneración de los sistemas naturales. Del mismo la Estrategia por el futuro de la vida "Cuidar la Tierra" de 1991 se habla de sustentabilidad como mejorar la calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de los sistemas naturales. (UICN, PNUMA, WWF 1991).

Por otra parte, Mooney (1993) define la sustentabilidad como la satisfacción de las necesidades humanas manteniendo un equilibrio en la naturaleza. Así mismo Leff (2000) hace mención de que la sustentabilidad debe ser un compromiso de las generaciones actuales con las futuras para el cuidado de los recursos.

Derivado de las definiciones anteriores la sustentabilidad es hacer un acto de empatía con las generaciones futuras, saber que es necesario satisfacer las necesidades básicas, teniendo en cuenta la preservación de los recursos para mantener o mejorar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

### **2.1.2 Indicadores de sustentabilidad**

En los últimos 30 años se ha avanzado en el desarrollo de indicadores ambientales, que permiten conocer el estado en el que se encuentra el entorno biofísico y sociocultural de una realidad específica, para la formulación de políticas públicas, la investigación científica, y el fortalecimiento de la participación social para la toma de decisiones. Sin embargo, el proceso de creación de indicadores se ha enfrentado a diversas problemáticas, como la falta de presupuesto, debilidad y limitada articulación institucional, personal capacitado y valorización social.

El proceso de desarrollo de indicadores de sustentabilidad comienza a finales de la década de los 80, en Canadá y algunos países de Europa. Posteriormente en 1992 en la Cumbre de la Tierra se estipuló que cada país debería contar con una serie de indicadores que permitieran monitorear el estado del ambiente para así poder evaluar el grado de avance hacia el desarrollo sustentable, además, la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, creó la Comisión de Desarrollo Sostenible, que formuló un programa de trabajo para el desarrollo de indicadores. Incluso algunos países decidieron implementar los indicadores que se habían desarrollado bajo el esquema PER (Presión- Estado- Respuesta) (CEPAL, 2007).

Un indicador es una estadística que proporciona información más allá del dato mismo, es decir, permite un conocimiento más profundo de lo que se desea analizar

y surge de la preocupación social por un tema en específico. Se define como una guía que ayuda a comprender la situación actual en un momento dado y la evaluación del indicador permite conocer hacia dónde se dirige, con la finalidad de prevenir, solucionar y anticipar problemas (Ramírez, 2002).

Los indicadores deben cumplir con ciertos objetivos y requisitos para garantizar su efectibilidad y credibilidad, algunos de estos son: identificar factores de presión, evaluar el efecto de las decisiones políticas, resumir gran cantidad de información, ser científicamente válido, estar basado en datos fiables y de buena calidad, ser predictivo, ser comparable, entre otros.

Según la CEPAL (2003) existen diez pasos a seguir para la creación de indicadores, los cuales son: establecer las definiciones estratégicas u objetivos como referente para la medición, establecer las áreas relevantes a medir, formular el indicador y describir la fórmula de cálculo, validar el indicador aplicando criterios técnicos, recopilar datos, establecer las metas o el valor deseado del indicador y la periodicidad de la medición, establecer supuestos, señalar la fuente de datos o medios de verificación, establecer referentes comparativos y establecer juicios e Informar el desempeño logrado.

Respecto a los indicadores de sustentabilidad la Organización Mundial de las Naciones Unidas, destaca que debe incluir la participación de todos los países para que el tema de sustentabilidad y su objetivo se obtuvieran con éxito, haciendo necesario evaluar y valorar sus políticas ambientales, con el fin de constatar de que estas estuvieran dando resultados La División de Desarrollo Sostenible de la ONU, inició su programa relativo a estos indicadores en el año de 1994 en cooperación con otras organizaciones (ONU, 2005).

El objetivo de los indicadores es proporcionar una base empírica y numérica para conocer a fondo los problemas ambientales, las causas de estos, el impacto de las actividades humanas en el medio natural y la evaluación de las políticas públicas. Estos indicadores simplifican la gran cantidad de información acerca de los problemas ambientales, así como coadyuvar en la toma de decisiones de los países (INECC, 2002).

Existen diversas clasificaciones de indicadores, ya sea por su alcance, ámbito, aplicación o desde el enfoque metodológico, por el cual se construyen, y entre los cuales están: a) sistémicos que se dividen en ambientales y de desarrollo sustentable; y b) conmensuralistas son los que toman en cuenta variables económicas (INECC, 2002).

Por otra parte, existen indicadores que se dividen en: a) primera generación también llamados indicadores ambientales o de sustentabilidad ambiental, conocidos de este modo ya que fueron desarrollados en los años 80, periodo en el cual en gran parte del mundo se fueron desarrollando políticas ambientales. Estos abarcan desde el sector productivo, por ejemplo, cobertura boscosa del territorio, hasta temas más complejos como las emisiones de contaminantes, calidad de aire en las ciudades entre otros, b) segunda generación o indicadores de desarrollo sostenible, pretenden abarcar cuatro sectores como lo es el ambiental, social, económico e institucional. Estos indicadores se han enfocado más en el valor económico que se le puede dar a los cuatro sectores; y por último c) tercera generación o de sustentabilidad los cuales intentan realizar la integración de los cuatro sectores, se trata de indicadores que sea transversales y que proporcionen información clara, oportuna y de fácil entendimiento para la población, asimismo que permita analizar el avance que cada país está teniendo en el ámbito de la sustentabilidad (Quiroga, 2007).

Es así como estos indicadores ofrecen una perspectiva del grado de sustentabilidad en los países, pero también pueden aplicarse en espacios concretos como las ciudades y los parques urbanos, a fin de comprender sus alcances y limitaciones para el impulso de la sustentabilidad, mediante la conservación de la naturaleza y el mejoramiento en las condiciones de vida de la población.

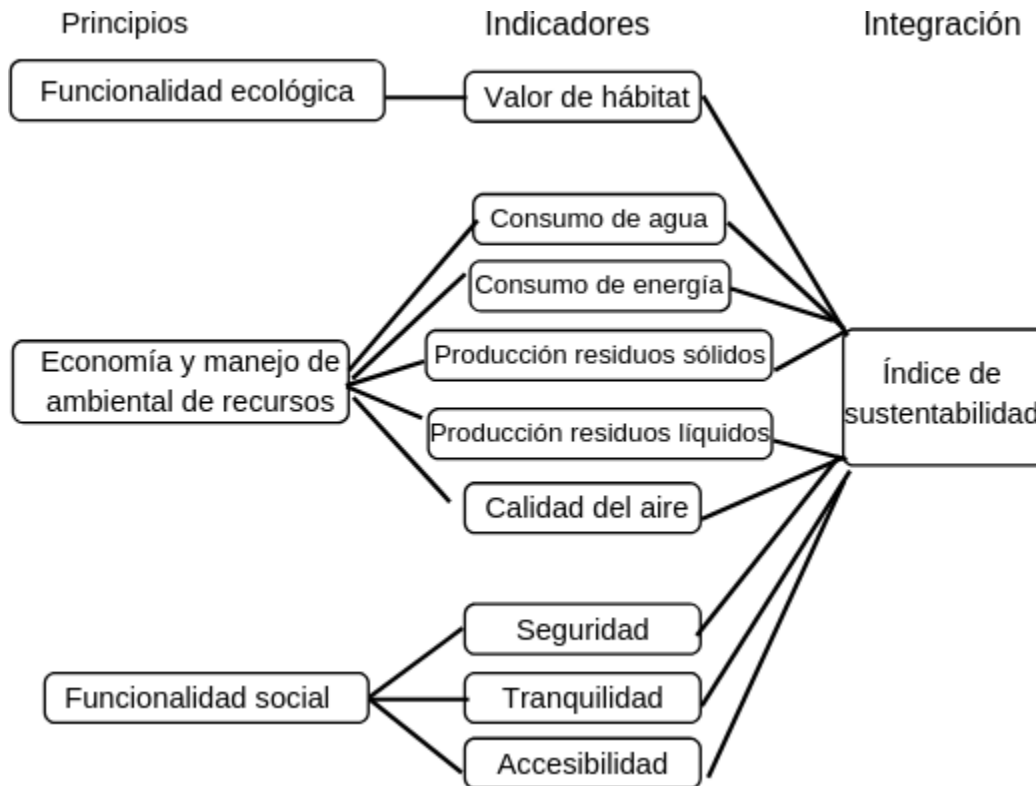
García y Guerrero (2006), desarrollaron una serie de indicadores de sustentabilidad que pueden ser aplicados en parques urbanos, la investigación consta de una serie de 10 indicadores que se describen a continuación:

- Superficie cubierta por vegetación
- Carga humana sostenible
- Funciones ecológicas
- Índice de patrimonio
- Depredación del parque urbano
- Tendencia a la demanda turística
- Proyección de la inversión municipal en la gestión de parques y paseos
- Vulnerabilidad natural
- Vulnerabilidad patrimonial
- Gestión integral del parque

Por su parte, Vélez (2009), señala que dentro de las ciudades los parques que denominan sostenibles tienen que estar asociados a ciertos criterios de sustentabilidad, es decir, a ciertas características o cualidades ambientales, ecológica, sociales y de economía de recursos, así como principios que puedan adaptarse al lugar en el que se presenten y que puedan convertirse en beneficios presentes y futuros. Es por ello que, para poder tener una perspectiva integral de los parques urbanos con relación a la sustentabilidad existe una relación de

indicadores: la funcionalidad ecológica, la economía y el manejo ambiental de recursos y la funcionalidad social, como se representa en la figura 2.

**Figura 2. Representación esquemática de la construcción del índice de sustentabilidad**



Fuente: Vélez (2009).

Vélez (2009) hace mención que existen tres funcionalidades o principios que deben encontrarse en los parques urbanos, la funcionalidad ecológica y consta de un indicador que es valor del hábitat y hace referencia al componente de vegetación existente en el lugar y que da paso a procesos ecológicos que proporcionan beneficios a la sociedad como la reducción de contaminantes atmosféricos, amortiguamiento del clima y del ruido, mejoramiento de la calidad visual del paisaje, entre otros. La autosuficiencia o economía y manejo ambiental de recursos, se trata de contar con un conjunto de estrategias que permitan la disminución de actividades antropogénicas nocivas para estos espacios, por ejemplo, disminuir el consumo de

energía, disminuir el uso de fertilizantes, entre otros. Y finalmente la funcionalidad social es aquella contribución que hacen los parques a los ciudadanos, esta va enfocada en lo llamativo que puede ser o no un parque.

Dentro de este contexto, se retomaron los indicadores de Vélez (2009), que se ajustan a la investigación son calidad de aire, debido a que en la investigación se estimó la captura de carbono, por otra parte, también el valor del hábitat ya que se refiere a lo natural o artificial del parque y finalmente la seguridad, tranquilidad y accesibilidad se estimaron mediante un cuestionario aplicado a los visitantes.

## **2.2 Parques urbanos**

### **2.2.1 Antecedentes de los parques urbanos**

A lo largo del tiempo, los parques urbanos han ido evolucionando durante el proceso histórico. Boffil (2009), describe que en Grecia y Roma existían espacios naturales que eran dedicados a los dioses o para uso exclusivo de los terratenientes, que posteriormente pasaron a ser de uso público.

Antes del comienzo de la revolución industrial, no se tenía pensado crear lugares de esparcimiento en los cuales las personas pudieran descansar y estar en contacto con la naturaleza, debido a que no existía una gran urbanización y en poco tiempo podían llegar a lugares periféricos con las características propias que les permitieran descansar, aunque en las antiguas civilizaciones y en la edad Media, las ciudades tenían al alcance estos espacios (Rico, 2004). En Europa se dio una situación que fue el parteaguas para la creación de los parques urbanos. Se comenzaron a construir casas una detrás de otra sin dejar un espacio para un patio entre cada una de ellas, por otra parte, esto propiciaba que los obreros se enfermaran y por ende se produjera un bajo rendimiento laboral. Por lo que de 1833 a 1893 el parlamento inglés promulgó algunos decretos en los que se establecía un presupuesto para

mejoraras generales, sistema de alcantarillado y proporcionar la creación de parques públicos, con el fin de mejorar las condiciones de vida de los obreros y el bajo rendimiento laboral (Plazola, 2002).

Para el siglo XIX, aunque los parques ya eran considerados en la planificación de las ciudades, los lugares que se destinaban a estos no eran los más apropiados, pues los terrenos eran grandes extensiones en las que no era posible la construcción. Es así como 1843 en Europa se crea el primer parque llamado *Birkinhead Park*, con fondos públicos este tenía zonas delimitadas para cricket, arco, rutas para peatones y carruajes, lagos y todo tipo de peces y así se fueron creando varios parques con diversas funciones (Rico, 2004). Este parque marcó el inicio de un periodo de actividad en la creación de parques urbanos en Europa y en el mundo (Plazola, 2002).

En Estados Unidos no existían parques urbanos, aunque en algunas ciudades como Filadelfia existían zonas que estaban destinadas a ser plazas y contaban con arbolado, con el fin de que los habitantes cercanos a estas plazas pudieran acudir a ellas y ocuparlas como un espacio de recreación y esparcimiento (Plazola, 2002). Fue hasta 1848 que el gobierno de este país, ante las demandas de un espacio público verde para los ciudadanos (Rico, 2004), lanza un concurso para el diseño de un área verde que permitiera a los ciudadanos tuvieran la oportunidad de observar un paisaje un tanto natural (Plazola, 2002). F. L. Olsmtd argumentaba que “Los obreros que no puedan disfrutar de unas vacaciones en el campo deberían acceder, en el interior de un parque, a algo que se pareciera” (Rico, 2004). Es así como F. L. Olsmtd y Calvert Vaux ganan el concurso para diseñar el parque central de Nueva York, el cual cuenta con 337 hectáreas (Plazola, 2002).

En el caso de México, tiene uno de los parques más antiguos que data del siglo XIII, es el Bosque de Chapultepec, además en la época colonial con apoyo del virrey



Luis de Velasco, se construye la Alameda Central (Gómez, 1998). Este espacio contaba con calzadas bordeadas por álamos y sauces frondosos. Era punto de reunión para personas de la clase alta, ya que en la época colonial los parques urbanos estaban destinados solo a las personas de este nivel social y las personas de otro nivel social no tenían derecho a visitar este tipo de lugares. Sin embargo, la mayor creación de parques urbanos se dio en la época del Porfiriato, en la que se adoptó el estilo francés en la creación de parques urbanos, algunos ejemplos son el parque España, parque México y Paseo de la Reforma (Plazola, 2002).

### **2.2.2 Conceptualización de los parques urbanos**

Rico (2004) define al parque urbano como aquel lugar en el que el ciudadano puede olvidar el ruido, la suciedad y el tráfico que cuenta con actividades que pueden disfrutarse al aire libre. Destaca que son aquellos espacios en los que los ciudadanos pueden disfrutar de un ambiente diferente al que normalmente están acostumbrados, lleno de edificios, ruido, estrés y falta de tranquilidad, todo esto a la creciente urbanización por el crecimiento demográfico que se presenta de manera global. Estos parques urbanos proporcionan a los ciudadanos un ambiente de tranquilidad y esparcimiento en contacto con la naturaleza, que muy probablemente no tiene tan cerca.

Por otra parte, Plazola (2002), conceptualiza a los parques urbanos como espacio constituido por elementos del entorno natural cuyas funciones son el descanso, la recreación y esparcimiento y la conservación del ambiente natural. Una de sus principales funciones es contrarrestar el declive ecológico que se ha presentado en todo el mundo, asimismo es un elemento que conforma el espacio urbano.

Mejía (2015) define al parque urbano como un área de gran extensión, la cual cuenta con diferentes áreas de recreación, descanso, esparcimiento y convivencia para uso público de la población.

En México, los parques urbanos son definidos por SEDESOL (2011) como espacio público de grandes dimensiones que alberga el intercambio social y el desarrollo de la vida con interacción entre las personas que lo visitan, así como el cumplimiento ambiental como la regulación del microclima urbano permitiendo el desarrollo de flora y fauna.

De acuerdo con SEDESOL (2000) en México existe la siguiente clasificación de parques urbanos:

- a) Área de juegos infantiles: consta de una superficie entre 1,250 y 3,500 m<sup>2</sup>. La cual es una superficie delimitada y acondicionada para la recreación infantil hasta los 12 años. Entre sus características destacan que esta puede ser una superficie plana o con desniveles en la cual se encuentren andadores, áreas de descanso, áreas verdes y áreas de juegos, adecuadas para la población a la que está destinada. Es conveniente que las áreas de juego se encuentren en localidades a partir de 2,500 habitantes.
- b) Jardín vecinal: espacio público que se encuentra dotado de senderos, áreas de descanso, áreas verdes y por encontrarse cerca de zonas de vivienda, generalmente cuenta con kiosco, juegos infantiles y recreación, sanitarios, entre otros. Este tipo de jardines suelen encontrarse en localidades mayores a 5,000 habitantes para lo cual se requiere una superficie de entre 2,500 y 7,000 m<sup>2</sup>.
- c) Parque de barrio: destinado al libre acceso de la población en general, que proporciona lugares los cuales permiten la realización de actividades como para disfrutar de un paseo, descanso y recreación, su localización

corresponde a centros de barrio, vinculado con zonas habitacionales. Está constituido por áreas verdes, de descanso, de juegos, andadores, estacionamiento y sanitarios. Es recomendable que se encuentre en localidades que sean mayores a 10, 000 habitantes con una superficie de entre 11,000 m<sup>2</sup> hasta 30, 800 m<sup>2</sup>.

- d) Parque urbano: área verde al aire libre que, por su mayor extensión, ofrece posibilidades para realizar actividades de descanso, paseo, recreación y la convivencia de la población en general. Cuenta con áreas verdes, bosque, área de juegos infantiles, administración, servicios generales como sanitarios, cafeterías o restaurantes, andadores, estacionamiento, entre otros. Se recomienda su ubicación en localidades mayores a 50, 000 habitantes, en un espacio entre 72.8, 18.2 y 9.1 hectáreas.

Por otra parte, Ramírez-Silva y Sierra Rodríguez (2010) estiman que los parques urbanos deben estar ubicados en zonas que tengan una población de 10,000 habitantes, además debe estar bien definida su forma y su dimensión, debe garantizarse el libre acceso de este espacio público, es necesario que esté acondicionado con el mobiliario necesario para garantizar su correcto funcionamiento como bancas, lámparas, zonas de estancia, caminos, entre otros.

Destacan los beneficios que los parques urbanos brindan a la sociedad, como un espacio de tranquilidad, esparcimiento e interacción para los residentes y visitantes, además, permiten la conservación y continuidad de los ecosistemas naturales, conformando servicios ambientales que en su mayoría son intangibles, pero fundamentales para la sustentabilidad en las ciudades.

## 2.3 Funciones y servicios ambientales

### 2.3.1 Funciones ambientales

Desde que el ser humano apareció en el planeta tierra ha tenido una relación cercana al medio que le rodea, aprovechando inicialmente los recursos que se obtenían directamente de la naturaleza y después mediante su transformación para subsistir, al tiempo que la propia naturaleza provee las condiciones para la existencia para la vida misma en el planeta tierra (Gómez-Baggethun y Groot, 2007).

Estos beneficios que proporciona la naturaleza van de la mano con las funciones ambientales o de los ecosistemas, términos empleados indistintamente en este trabajo, y que constituyen el conjunto de los procesos inherentes a las propiedades intrínsecas de los ecosistemas, además, desde una perspectiva antropocéntrica, se asumen como la capacidad de generar servicios que satisfagan las necesidades de los seres (Martín-López y Montes, 2010). Por ende, la existencia de las funciones de los ecosistemas está condicionada a que previamente se den las condiciones ecológicas adecuadas para su generación, pero se redefinen debido a que los seres humanos encuentran un valor para asignarle y se convierten en servicios que brindan los ecosistemas, ya que son demandados, usados o disfrutados por las personas para alcanzar un objetivo en particular (Gómez-Baggethun y Groot, 2007).

De acuerdo con De Groot et al. (2002) (Citado en Martín-López y Montes, 2010), es posible clasificar las funciones de los ecosistemas en cuatro categorías:

- a) *Funciones de regulación*: la capacidad de los ecosistemas para regular los procesos ecológicos esenciales como la regulación del clima, el control del ciclo nutrientes o del ciclo hidrológico, entre otros.

- b) *Funciones de sustrato*: también llamadas funciones de hábitat, que refieren a la provisión de condiciones espaciales para el mantenimiento de la diversidad biológica.
- c) *Funciones de producción*: constituyen la capacidad de los ecosistemas para crear biomasa que pueda usarse como alimentos, tejidos u otros.
- d) *Funciones de información*: que representa la capacidad de los ecosistemas de contribuir al bienestar social mediante la generación de conocimiento, la experiencia, y las relaciones culturales, espirituales, estéticas, de placer o recreativas con la naturaleza.

De acuerdo con Martín-López y Montes (2010), para cada uno de estos tipos de funciones ambientales, es posible identificar diversos eco-servicios, servicios de los ecosistemas o servicios ambientales, que refieren a los usos o aprovechamientos directos o indirectos que realiza el ser humano de los ecosistemas (tabla 1).

**Tabla 1. Funciones de los ecosistemas y los servicios relacionados**

Función de los ecosistemas	Tipo de servicios	Eco-servicio
<b>Regulación</b>	Regulación	Mantenimiento de un clima favorable Regulación de la calidad del agua disponible para humanos Formación y mantenimiento de suelos fértiles Polinización de plantas útiles Prevención de plagas Control de especies exóticas invasoras Prevención de desastres naturales
<b>Sustrato (espacio físico)</b>	Abastecimiento	Alimento (acuicultura, agricultura o ganadería) Recursos forestales (plantaciones) Especies cinegéticas
	Regulación	Especies animales y vegetales funcionales Área de cría de especies animales

	Cultural	<p>Especies cinegéticas</p> <p>Especies carismáticas o amenazadas</p>
<b>Producción</b>	Abastecimiento	<p>Alimento (agricultura, ganadería, pesca, caza, recolección de frutos, etc.)</p> <p>Regulación de la cantidad del agua disponible para humanos</p> <p>Tejidos</p> <p>Recursos forestales maderables y no maderables</p> <p>Plantas medicinales</p> <p>Material para construcción, minerales, etc.</p> <p>Energía y combustibles</p>
<b>Información</b>	Cultural	<p>Recreación / relax</p> <p>Ecoturismo</p> <p>Valores estéticos y paisajísticos</p> <p>Patrimonio cultural / Conocimiento local</p> <p>Valores espirituales</p> <p>Educación</p> <p>Investigación</p>

Fuente: Martín-López y Montes (2010).

De esta forma, las funciones ambientales representan la forma más amplia la interacción de los seres humanos con su entorno, que existen independientemente del uso o aprovechamiento de los recursos naturales, pero se definen como servicios ambientales, cuando son valorados socialmente por los beneficiarios en un determinado espaciotemporal (Martín-López y Montes, 2010).

### 2.3.2 Servicios ambientales

En 1970 se comenzó a utilizar el término de servicios ambientales con referencia a la relación existe entre la sociedad y la naturaleza, la cual se ha transformado por la posición de superioridad del ser humano y su empeño por la apropiación de la

naturaleza (Rizzo, 2007). En un principio este término se aplicaba solo para aquellos ecosistemas que no estaban siendo manipulados o hechos de manera antropogénica, ya que se reconocía que éstos eran los ecosistemas más puros y sensibles a la intervención humana además de que eran considerados como básicos para el mantenimiento de la vida en el planeta. Posteriormente el concepto fue abarcando otro tipo de sistemas, en estos se incluían los que eran hechos o manipulados por el ser humano, pues también eran generadores de beneficios para la sociedad (Feria y Santiago, 2009).

En la década de 1990, el término de servicios ambientales se emplea para realizar su valoración desde una perspectiva económica, y se sustituye por el término de servicios ecosistémicos a partir de un artículo publicado por Robert Constanza. Es hasta el año 2000 cuando la Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU) emprendió la iniciativa de la evaluación de los Ecosistemas del Milenio con el fin de cuidar los ecosistemas y publica el informe “La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” en el que se hace mención sobre cuáles son los ecosistemas que están siendo amenazados por el ser humano, así como una definición y tipos de servicios ambientales (Szumacher y Malinowska, 2013).

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, realiza una aportación al concepto de servicios ambientales y los define como cualquier beneficio ya sea indirecto o directo por parte de los ecosistemas que genere bienestar al ser humano. Además de clasificar los tipos de servicios ambientales que son aprovisionamiento, regulación, apoyo (soporte) y cultura (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Por su parte, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2004) define a los servicios ambientales como los procesos ecológicos que de manera directa o indirecta constituyen al bienestar del ser humano o tienen potencial para hacerlo en el futuro. Para Fisher (2009) los servicios ecosistémicos son aspectos de los

ecosistemas utilizados para producir bienestar humano. Por otra parte, Gómez-Baggethun y Groot (2007) los definen como la capacidad que tienen los procesos y componentes naturales que brinda la naturaleza para proporcionar bienes y servicios que de manera directa o indirecta pueden satisfacer las necesidades humanas. Incluso en México, el Instituto Nacional de Energía y Cambio Climático (INECC) (2009) define a los servicios ambientales como los beneficios que los ecosistemas le proporcionan al ser humano para poder satisfacer sus necesidades para su bienestar y desarrollo.

De esta forma, los servicios ambientales o servicios ecosistémicos se utilizarán de manera indistinta en el desarrollo de esta investigación, por ello los servicios ecosistémicos son aquellos que pueden brindar algún tipo de beneficio a la sociedad, ya sea recreativo, espiritual o visual. Y que están presentes en parques, jardines, bosques, entre otros espacios.

### **2.3.3 Clasificación de los servicios ambientales**

Se han planteado numerosas clasificaciones de las funciones y servicios ambientales, en la mayoría de las cuales se presenta un uso indistinto de estas nociones. De esta forma, Camacho y Ruiz (2011) mencionan que los servicios ecosistémicos se clasifican de la siguiente forma:

- **Funciones de regulación:** relacionado a la capacidad que tienen los ecosistemas para regular procesos ecológicos y sostener ciclos esenciales para el desarrollo del mismo, a través de ciclos biogeoquímicos y otros procesos biológicos. Un ejemplo de estas funciones es: mantenimiento de aire limpio, depuración del agua, prevención de inundaciones, entre otros.
- **Funciones de hábitat:** los ecosistemas naturales son hábitat de gran variedad de flora y fauna, contribuyendo a la diversidad genética y la conservación



biológica, algunos ejemplos son: mantenimiento de la diversidad biológica y genética y de especies aprovechables.

- Funciones de producción: enfocadas los procesos de fotosíntesis autótrofos a partir de los cuales los organismos presentes en los ecosistemas abastecen sus requerimientos para la subsistencia. Esto proporciona gran variedad de servicios para consumo humano que van desde proporcionar alimento hasta plantas medicinales.
- Funciones de información: los ecosistemas son un referente para la salud humana, proporcionando actividades de desarrollo cognitivo, enriquecimiento espiritual, recreación y poder disfrutar del paisaje.

Según el Manual *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2011) clasifica a los servicios ambientales en cuatro categorías:

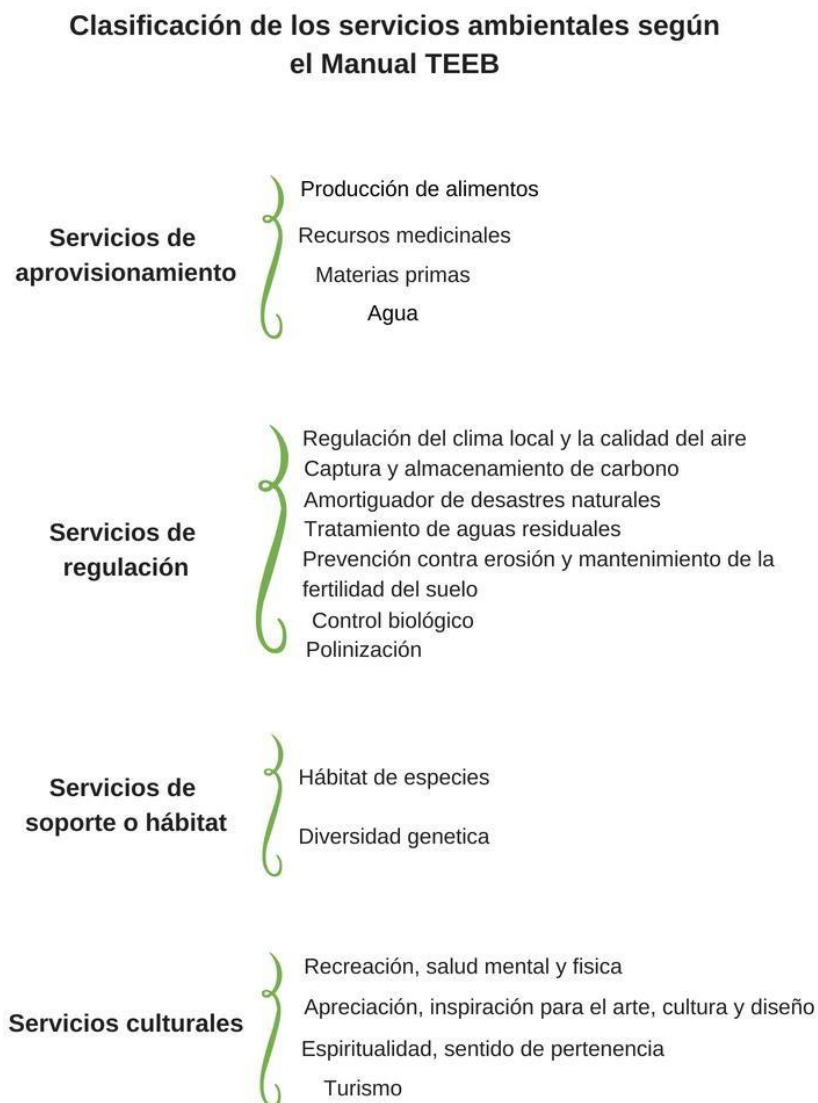
- Servicios de aprovisionamiento: los cuales se basan en la producción de energía de los ecosistemas, por ejemplo, los ecosistemas como los bosques, ecosistemas marinos, incluso los urbanos proporcionan las condiciones necesarias para poder cultivar alimentos que los seres humanos puedan consumir. Además, proporcionan una gran diversidad de materias primas como materiales de construcción, combustibles, biocombustibles y aceites que se obtienen de plantas existentes. Otro ejemplo importante es la provisión de agua para consumo humano, los bosques y la vegetación tienen una influencia importante en la cantidad de agua que se encuentre disponible, ya que aseguran el flujo, almacenamiento y purificación de la misma. Por último, están los recursos médicos que utiliza la industria farmacéutica para la fabricación de medicamentos.
- Servicios de regulación: son aquellos que proporcionan una regulación de clima local y la calidad del aire, es decir, las zonas en las que existen árboles tienen una menor temperatura que las zonas donde no hay, además los

árboles y las plantas tienen la capacidad de capturar contaminantes de la atmósfera lo cual ayuda a la regulación de la calidad del aire. Dentro de los servicios de regulación también se encuentra la captura y almacenamiento de carbono, esto es posible gracias a los árboles y plantas ya que a medida que van creciendo remueven el dióxido de carbono de la atmósfera y lo almacenan. Además, los ecosistemas son amortiguadores contra desastres naturales, debido a que hay organismos que reducen el daño de eventos climáticos como inundaciones, tormentas, tsunamis, huracanes y deslizamientos de tierra. Este tipo de servicio ambiental previene la erosión y la pérdida de fertilidad del suelo. La polinización es otro servicio de regulación, ya que es esencial para el desarrollo de frutas, vegetales y semillas, y por último el control biológico, debido a que los ecosistemas son importantes en la regulación de plagas y vectores de enfermedades que afectan a la flora, la fauna y a los seres humanos.

- Servicios de soporte o hábitat: como su nombre lo dice este tipo de servicios son el soporte de todos los demás, por ejemplo, proporcionan hábitat para especies, ya que los ecosistemas proporcionan todo lo necesario para que las plantas y los animales sobrevivan como comida, agua y refugio. Además, este tipo de servicios mantiene la diversidad genética.
- Servicios culturales: son los beneficios no materiales que las personas obtienen del contacto con la naturaleza. Dentro de estos están los siguientes, recreación y salud física y mental, la cual consiste en que cuando las personas están en contacto con los ecosistemas obtienen una mayor relajación, ya sea practicando algún deporte o simplemente caminando, los ecosistemas y la biodiversidad son claves para el turismo, además proporciona una fuente de ingresos y a su vez por medio de este se puede educar a las personas sobre la importancia de la diversidad biológica y el cuidado del ambiente, también proporcionan un espacio en el que los artistas se inspiran para crear obras de arte también son importantes para la ciencia.

Por último, algunos ecosistemas representan escenarios religiosos, por ende, la naturaleza es un elemento clave para la creación de un sentido de pertenencia de algunas comunidades (Figura 3).

**Figura 3. Clasificación de los servicios ambientales según el Manual TEEB**



Fuente: TEEB (2011)

Bolund y Hunhammar (1999) comenzaron a estudiar los servicios ecológicos en el contexto urbano e identificaron seis servicios básicos proporcionados por los ecosistemas: purificación del aire, regulación microclimática, reducción del ruido, drenaje de la precipitación, tratamiento de aguas residuales, y valores recreativos y culturales.

De esta forma, los espacios verdes contribuyen a regular el clima urbano, absorben los contaminantes, amortiguan el ruido, permiten la captación de agua de lluvia para la recarga y protección de los mantos acuíferos además generan equilibrios ambientales en suelo, agua y aire, fundamentales para los entornos urbanos (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, 2003).

Dentro de los servicios ambientales que se encuentran en un parque urbano destacan la captura de carbono por medio de las diferentes especies de árboles existentes dentro de este, ya que ayuda a mitigar los efectos del cambio climático. Además, albergan diversas especies de plantas y animales que favorecen la conservación de la biodiversidad. Otro aspecto importante es que favorecen el aislamiento del ruido, así como la presencia de un microclima dentro de estos (Ramírez-Silva y Sierra Rodríguez, 2010).

## **2.4 Enfoques para análisis de los servicios ambientales en parques urbanos**

Se han planteado diversas propuestas metodológicas para el análisis de los servicios ambientales de los parques urbanos. Desde una perspectiva económica, existe un manual TEEB (La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad) en cual los ministros de medio ambiente de los países del G8 + 5 (Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón Reino Unido, Rusia, Brasil, China, India, México y Sudáfrica) reunidos en Potsdam, Alemania, propusieron en 2007, iniciar el análisis del beneficio económico global de la diversidad biológica, los costos de la

pérdida de biodiversidad y la falta de medidas de protección frente a los costos de conservación efectiva. En respuesta a esta propuesta, el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente y la Comisión Europea iniciaron conjuntamente un estudio mundial ese mismo año. Su principal objetivo es analizar el beneficio económico que conlleva la diversidad biológica de cada país, considerando qué pasaría si no se protegiera. El Manual TEEB fue presentado en la Convención de Diversidad Biológica, y ha sido adoptado para la elaboración de varias investigaciones (TEEB, 2010).

Por otro lado, desde el enfoque de la planeación territorial Szumacher y Malinowska (2013), evalúan los servicios culturales desde la percepción de los habitantes de la ciudad de Varsovia, Polonia, así como la utilización de Sistemas de Información Geográfica para cuantificar el número de parque, jardines, plazas, entre otros. La finalidad de este estudio es conocer los servicios ecosistémicos que brinda la ciudad de Varsovia. Se basa en la medición de cuatro servicios ambientales que son servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación, servicios de soporte y servicio culturales. Estos se midieron dentro de la ciudad en diferentes sectores. Para parques urbanos se midieron servicios: a) de regulación: composición del aire, regulación del clima, regulación de procesos de suelos y regulación de residuos; b) de soporte, se midió circulación de elementos, función habitacional y ciclo hidrológico; c) culturales, se tomó en cuenta las funciones estéticas, recreativas, recursos culturales y artísticos, funciones espirituales y ciencia y educación.

Del mismo modo, Aguilera (2014) analiza los servicios ecosistémicos que brinda la ciudad de Antofagasta, por medio de la evaluación biofísica y evaluación social. La evaluación biofísica consiste en la medición de todas las superficies y tipologías de vegetación, ya sean públicas o privadas. Esto se mide mediante una imagen satelital y después un recorrido visual en terreno para realizar una corroboración de información y así clasificarla según la oferta de servicios ecosistémicos. Para la

evaluación social, se aplicaron encuestas a la población con el fin de obtener información acerca de tres aspectos: 1) percepción y relación que se tiene con la vegetación urbana, 2) uso e importancia que tiene la vegetación urbana, y 3) disposición a pagar o recibir recompensa por la pérdida de tal vegetación.

Desde un enfoque ambiental, Medina, *et. al.* (2006), analizan los servicios ambientales biodiversidad, carbono, conservación del suelo y agua, mediante la implementación de indicadores y criterios de acuerdo con el tipo de servicio ambiental del que se trate. Para biodiversidad se tienen dos criterios que son: calidad del hábitat y uso de agroquímicos, el primero, tiene 5 indicadores los cuales son: número de estratos arbóreos, número de especies de árboles nativos por hectárea, número de árboles y arbustos mayor a 5 cm DAP en una hectárea, valoración cualitativa de incidencia de epifitas en los árboles y porcentaje de cobertura de sombra; y para el uso de agroquímicos se tienen tres indicadores que son: número de aplicaciones de herbicidas, número de aplicaciones de pesticidas y número de aplicaciones de fertilizantes.

Respecto a carbono se presenta el criterio de carbono fijado por arbustos y árboles con dos indicadores: toneladas de carbono fijado por los árboles por hectárea y toneladas de carbono fijado por los cultivos perennes por hectárea. Para servicio ambiental de conservación de suelo existe solo con criterio con el mismo nombre y tres indicadores: porcentaje de cobertura de suelo, incidencia de erosión y acciones correctivas de suelo.

Finalmente, para el servicio ambiental agua, presenta un criterio con el mismo indicador y tres indicadores: manejo de contaminación del agua, evidencia de erosión o deslizamientos en los nacimientos, ríos, caminos y sedimentación en las partes bajas de los caminos y obras de prevención o recuperación.

TEEB (2010) presenta un enfoque económico dentro de la evaluación de los servicios ambientales, ya que es importante para los tomadores de decisiones tener en cuenta los beneficios que ofrece la naturaleza, pero desde un punto de vista económico, esto lo realizan por medio de los siguientes cuestionamientos: ¿Qué pasaría si no se protege la naturaleza? ¿Cuánto costaría protegerla? ¿Cómo se gana más, protegiendo o no a la naturaleza? En el manual TEEB se presenta una serie de seis pasos para la evaluación y valoración de los servicios ambientales 1) Especificar y acomodar los problemas con los actores interesados, 2) Identificar los servicios ecosistémicos más relevantes mediante una serie de preguntas las cuales hacen referencia a los servicios ecosistémicos más importantes para la región, cuáles están en riesgo y quién depende más de esos servicios, 3) Definir las necesidades de información y seleccionar los métodos más apropiados determinando en primera instancia qué tipo de información se requiere, 4) Evaluar los servicios ecosistémicos mediante cuadros que permiten realizar esta evaluación, bases de datos, entre otros, 5) Identificar y evaluar las opciones de política, la evaluación de los servicios permitirá la toma de decisiones y 6) Evaluar la distribución de impactos es necesario observar a quién va a afectar la toma de decisiones.

Martín-López y Montes (2010) presentan un enfoque económico y ambiental, ya que dentro de la evaluación de los eco-servicios también se realiza una valoración monetaria de estos. En primer lugar, se hace una caracterización y delimitación del socio-ecosistema la cual se divide en seis pasos:

- a) Realiza una sectorización ecológica en la que se identifiquen los tipos de ecosistemas y una sectorización socioeconómica y se realiza en función de variables socioeconómicas.
- b) Se deben identificar las unidades suministradoras de servicios para ello es importante conocer qué son estas unidades y se definen como un conjunto

de organismos, poblaciones, comunidades que posibilitan la provisión de algún servicio.

- c) Realizar la identificación de los beneficiarios de los eco-servicios, se debe tener en cuenta que estos se dividen en beneficiarios que tienen un papel activo ya que pueden gestionar y controlar los eco-servicios y por otra parte se encuentran los que tienen un papel pasivo, ya que solo se ven afectados de manera positiva o negativa por el flujo de servicios, estos a su vez se pueden clasificar por el nivel de importancia y pueden ser, prioritarios los cuales dependen de manera significativa de los eco-servicios; los secundarios los cuales tienen gran influencia sobre el flujo de estos y los externos, que son los que su bienestar no depende de los eco-servicios.
- d) Se evalúa el flujo que se da entre el ecosistema y el sistema socioeconómico, esto se hace una vez que se conocen los servicios que son suministrados por el ecosistema y cuáles de estos son demandados por la sociedad.
- e) Se realiza una valorización económica de los eco-servicios brindados por el ecosistema y estos se miden bajo el esquema de valor económico total y está compuesto por el valor de uso que son los beneficios que se obtienen directamente del ecosistema y valor de no uso, estos a su vez se estiman por tres diferentes métodos, el primero está basado en el mercado, el segundo es un método de preferencias reveladas y el tercero es método de preferencias declaradas.
- f) Identificación de los *trade-offs* de los eco-servicios.

En el siguiente cuadro se presentan los aspectos relevantes de las metodologías que se han utilizado para el análisis de los servicios ambientales en parques urbanos (tabla 2).



**Tabla 2. Perspectivas metodológicas en el análisis de los servicios ambientales**

Enfoque	Autores	Unidad de análisis	Etapas de investigación	Fuentes de información	Instrumentos
Geográfico	Szumacher y Malinowska (2013)	Ciudad de Varsovia	Investigación documental. Realización de cartografía. Análisis cartográfico. Aplicación de encuestas. Análisis de resultados	Información bibliográfica Información obtenida en campo.	Cartografía y encuestas
Ambiental	Medina, Muñoz, Hagggar y Aguilar (2006)	Finca	Investigación documental Investigación de campo Medición de los cuatro servicios ambientales (biodiversidad, agua, carbono y conservación de suelo).	Información bibliográfica Información obtenida en campo	Mediciones de los diferentes indicadores.
Económico	Aguilera (2014)	Ciudad de Antofagasta	Investigación documental, recopilación de datos. Investigación de campo con aplicación de encuestas	Información cartográfica, bibliográfica y obtenida en campo	Sistemas de Información Geográfica (SIG), cuestionarios.
Económico	TEEB (2010)	Países	Consta de seis etapas: 1) Especificar actores interesados, 2) Identificar los servicios ecosistémicos, 3) necesidades de información, 4) Evaluar los servicios ecosistémicos, 5) Identificar y evaluar opciones de política y 6) Evaluar la distribución de impactos	Información obtenida en campo y bibliográfica	Cuestionarios, modelos de presupuestos ambientales
Económico	Martín-López y Montes (2010)		Caracterización y delimitación de socio-ecosistemas. 2) Identificación de las unidades suministradoras de servicios 3) Identificación de actores sociales 4) Identificación de eco-servicios 5) Valoración monetaria de eco-servicios 6) Análisis de trade-offs entre actores sociales y eco-servicios e identificación de posibles conflictos sociales y eco-servicios e identificación de posibles conflictos sociales	Información bibliográfica e información obtenida en campo	Cedulas de identificación de beneficiarios, modelos económicos

Fuente: elaboración propia

### **3. Caracterización del Parque Urbano Matlazincas**

#### **3.1 Antecedentes históricos**


El cerro del Calvario conocido como el parque Matlazincas fue escenario de diversas batallas de la guerra de Independencia. El 7 de octubre de 1811, los insurgentes llegaron a la ciudad de Toluca con un contingente al mando de José María Oviedo, el cual incluía indígenas de Tenango, pueblos cercanos y barrios de Toluca (CEPANAF, 2013). Este contingente se instaló en diversos puntos, incluyendo los cerros cercanos que rodean a la ciudad, como San Miguel, Zopilocalco, Coatepec, Cóporo, San Luis Obispo, San Juan Evangelista, Huitzila y el Calvario, con la finalidad de tener una mejor visión de la ciudad, rodear a los realistas y adueñarse de sus armas. Es así como el cerro del Calvario iba a ser usado por los insurgentes como plataforma de ataque ya que este tenía varias veredas que conectaban a calles y callejones de la ciudad (Iracheta, 2017).

Desde el 14 de octubre al 18 de octubre se dio una batalla entre los insurgentes y los realistas. El ataque comenzó en el cerro de Coatepec. Los realistas trataron de defenderse, pero el plan que habían hecho los insurgentes resultó ser una mejor estrategia, así que los realistas tuvieron que retroceder y refugiarse en el cerro del Calvario. El brigadier Rosendo Porlier, solicitó al virrey Venegas refuerzos ya que contaban con muy pocas municiones, además advirtió que si la ayuda no llegaba a tiempo perderían el dominio de la plaza. Las tropas de refuerzo llegaron a tiempo y se internaron en el cerro del Calvario, en donde el Porlier ya estaba esperando los refuerzos. El ataque debilitó a los insurgentes de tal modo esta batalla dejó alrededor de 282 insurgentes muertos en el cerro del Calvario, los pocos huyeron hacia los cerros y otros hacia Tenancingo y Tecualoya. Es así el cerro del Calvario fue bautizado posteriormente con el nombre de “El cerro de Oviedo” (Iracheta, 2017).


En 1959 el gobernador Gustavo Baz Prada, renombra el lugar como el “Parque Matlazincas” y se inician obras de acondicionamiento para que pudiera ser un beneficio para la ciudad y sus habitantes. Sin embargo, es decretado oficialmente como parque urbano hasta el 23 de agosto del 2013 reconociendo con 7.97 hectáreas, ubicado en el centro de la ciudad de Toluca, entre las calles Horacio Zúñiga, José Vicente Villada, Andrés Quintana Roo y Valentín Gómez Farías. Cuenta con tres accesos sobre la calle Valentín Gómez Farías, entre las calles Horacio Zúñiga y Andrés Quintana Roo y en la calle José María Oviedo, con acceso de caminos empedrados que llevan a diferentes espacios (Mapa 1).

Mapa 1. Ubicación del Parque Urbano Matlazincas



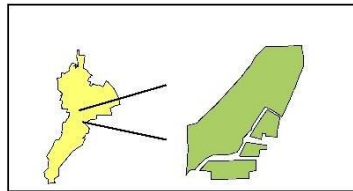


**Universidad Autónoma del Estado de México**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Mapa 1: Ubicación del Parque Matlazincas, Toluca**



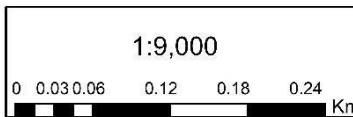
**Simbología básica**

- Calle
- Curvas de nivel a cada 10 metros
- Parque Matlazincas



Coordinate System: GCS WGS 1984  
 Datum: WGS 1984  
 Units: Degree

Elaborado por: Martha Vanessa Cruz Rodríguez



Fuente:  
 INEGI carta topográfica E14A38,  
 datos vectoriales.  
 Continuo Mexicano de Elevaciones  
 2017  
 Cobertura Parque Matlazincas  
 elaborada por: M. en Ed. Erle  
 Estrada Garcia

Fuente: Elaboración propia

El decreto del lugar como parque urbano, tiene como origen el Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017, que reconoce que el crecimiento económico y el medio ambiente no deben verse de forma aislada, sino que está conectado y el crecimiento económico solo se dará en la medida en que se cuide el medio ambiente. Es por ello que se pone atención en la conservación del patrimonio natural, a través de acciones y mecanismos que permitan establecer un equilibrio ecológico entre la naturaleza y los seres humanos, con el fin de que se tenga un aprovechamiento racional de los recursos naturales para mejorar las condiciones de vida de los seres humanos. Este parque es un sitio de importancia natural por sus condiciones de geomorfología y topografía, como un área de refugio de fauna, así como un importante sitio de recarga de mantos freáticos, pero también de valiosa representación histórica y cultural para los habitantes de la ciudad. (GACETA, 2013).

El parque urbano se encuentra sobre un domo volcánico, presenta rocas volcánicas ígneas extrusivas intermedias, cuyo origen se deriva del material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual llegó a la superficie y fue derramado a través de las fisuras o conductos del volcán que al enfriarse y solidificarse forma este tipo de rocas. Además, se distinguen rocas volcánicas intrusivas que se caracterizan por presentar cristales microscópicos y contienen entre el 52 y 65% de SiO<sub>2</sub> (H. Ayuntamiento, S/F).

### **3.2 Presencia de flora y fauna en el parque**

Se han realizado listados de especies de flora y fauna, censo de vegetación, abundancia relativa de especies, que pueden ser aves migratorias, aves endémicas de la zona o reptiles.

Entre las características bióticas del lugar, destaca la flora como cedro blanco (*Cupressus lindleyi*), vegetación arbustiva, vegetación de ornato, y vegetación inducida de fresno (*Fraxinus udhei*), trueno verde (*Ligustrum lucidum*), casuarina (*Casuarina equisetifolia* L.), falsa acacia (*Robinia pseudoacacia* L., *Prunus serrulata*), pirul (*Schinus molle* L.), eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*), pinos (*Pinus ayacahuite*, *Pinus montezumae*, *Pinus patula*, *Pinus cembroides*, *Pinus pseudostrobus*), tepozán (*Buddleja sessiliflora*), tamarisco (*Tamarix gallica*), liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), chimancipar (*Chamaecyparis lawsoniana*) (CEPANAF, 2013).

Con relación a la fauna se encuentran especies de aves residentes y migratorias, de las especies migratorias destacan Golondrina (*Hirundo rustica*), Zorzal pechirrojo (*Turdus migratorius*) y Gorrión coronirufó (*Spizella passerina*). Las especies residentes son: Halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*), Aguililla de Harris (*Parabuteo unicinctus*), Carpintero (*Picoides scalaris*), Verdugo americano (*Lanius ludovicianus*), Jilgero dorsioscuro (*Carduelis psaltria*) y Rascador pardo (*Pipilo fuscus*). Además, existe una especie introducida es Gorrión doméstico (*Passer domesticus*). Destaca lagartija de pared (*Sceloporus aeneus*), lagartija de collar (*S. torquatus*) y lagartija escamosa (*S. grammicus*), esta última junto con el Halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*) y Aguililla de harris (*Parabuteo unicinctus*) se encuentran en protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001 (CEPANAF, 2013).

### 3.3 Patrimonio cultural y artístico

Destaca en el interior del Parque Matlazincas, la construcción del Templo del Calvario (foto 1 en Anexos), el cual data del siglo XVIII, construido por los Franciscanos y se caracteriza por su estilo neoclásico. Se compone por dos cuerpos: en el primero se ubica el acceso al templo a través de un arco de medio punto, en el segundo, una ventana coral. El atrio fue, en algún momento utilizado

como cementerio, tradición que data del siglo XVII y XVIII, en donde se sepultaba a los difuntos en las iglesias. Cerca de los muros del templo, pueden observarse dos lápidas funerarias que datan de 1872 y 1883 (H. Ayuntamiento de Toluca, S/F).

Otro monumento representativo dentro del parque es “La Cruz” (foto 2 en Anexos) que se ubica en uno de los puntos más altos de parque. Esta se ubica en un eje intangible trazado entre la Capilla del Calvario y el templo de la Tercera Orden de Toluca que formaba parte de la construcción que albergó el convento franciscano de la Asunción de Toluca. (H. Ayuntamiento de Toluca, S/F). Este convento se encontraba en lo que actualmente es la Catedral de Toluca en el centro de la ciudad, el cual fue construido a mediados del siglo XVI por los franciscanos después de la conquista, con la finalidad de ser un lugar destinado a la evangelización. Años más tarde con el aumento de población de la ciudad y debido al deterioro del convento, es demolido y en su lugar se construye lo que hoy se conoce como la Catedral de Toluca con el apoyo del papa Pío XII (H. Ayuntamiento de Toluca, 2016).

A los 2700 metros sobre el nivel del mar (msnm), se encuentra una explanada con una asta a la bandera (foto 3 en Anexos), que mide alrededor de 100 metros que proporciona un atractivo visual para los visitantes, ya que desde esa zona se puede observar una vista panorámica de la ciudad de Toluca (H. Ayuntamiento de Toluca, S/F). Uno de los lugares más importantes del Parque es la Estancia del Tiempo (foto 4 en Anexos) en el que encuentra un reloj de sol, 18 basamentos con signos de los meses del año prehispánico, los nombres de los basamentos son: *Pop, Uo, Zip, Zotz, Tzec, Xul, Yaxkin, Mol, Chen, Yax, Zac, Ceh, Mac, Kankin, Moan, Pax, Kayab* y *Cumbu* los cuales pertenecen a la lengua maya. Estos meses contaban cada uno con 20 días y había uno más llamado Uayeb que sólo tenía cinco días. En este mismo espacio existen datos de la ciudad, como su latitud y altura sobre el nivel del mar (CEPANAF, 2013).

En esta misma plaza se encuentra un busto de José Antonio Alzate científico y escritor, nació en Ozumba el 21 de noviembre de 1737 estudió en el colegio de San Idefonso de la ciudad de México, graduándose de bachiller en teología en 1756 posteriormente recibió las ordenes sacerdotales, pero se enfocó hacia las ciencias naturales, la medicina y las matemáticas. En 1768 editó el Diario Literario de México y en 1772 Asuntos Varios sobre Ciencias y artes, en 1787 fundó la revista Observaciones sobre la física, la historia natural y las artes útiles y entre 1788 y 1795 la Gaceta de la literatura de México". Combinaba sus trabajos de observación astronómica, botánica y zoológica, con la divulgación de acontecimientos científicos en todo el mundo, por lo que obtuvo reconocimientos internacionales. Murió en la ciudad de México el 2 de febrero de 1799 (H. Ayuntamiento de Toluca, S/F).

Se encuentra la Escuela de Artes Plásticas y el taller del escultor mexiquense Fernando Cano, nació en 29 de mayo de 1939 en el municipio el Oro, Estado de México. Desde pequeño estuvo en contacto con actividades relacionadas al arte, ya que su padre fue el escultor Juan Cano Huitrón. Se trasladó a vivir a la Ciudad de México, desarrollaba diferentes oficios y estudió en la Escuela de Artes La Esmeralda. Viajó a varios países de Europa como Francia y España, además de Nueva York para realizar investigación sobre la obra plástica. Tiempo después regresa a la ciudad de Toluca para desarrollarse como escultor, gracias a su labor de docente en la Escuela de Bellas Artes de la ciudad. Por casi 30 años dirigió su taller ubicado en el PUM. Fue galardonado con varios reconocimientos: en 1992 recibió la presea al mérito docente "León Guzmán" y en 2005 la Presea en la categoría de Artes y Letras "Sor Juana Inés de la Cruz" por sus aportaciones en el arte y cultura del Estado de México. Algunas de sus obras más importantes se encuentran en los jardines de la Universidad Autónoma del Estado de México, así como una galería con su nombre (Dirección General de Comunicación Universitaria, 2015).



El Parque cuenta con jardines de estilo Babilónico (foto 5 en Anexos), los cuales constan de terrazas abovedadas alzadas unas sobre otras, que descansan sobre pilares cúbicos. Estas son huecas y rellenas con tierra para permitir la plantación de árboles de gran tamaño, por su parte, los pilares, las bóvedas, y las terrazas están construidas con ladrillo y asfalto (H. Ayuntamiento de Toluca, S/F).

Además, existe un teatro al aire libre (foto 6 en Anexos), el cual fue construido tiempo después de que los franciscanos estuvieran en el parque, este teatro se ocupaba para la realización de representaciones de teatro y también las representaciones del viacrucis, la cual puede hacer uso cualquier persona u escuela para poder llevar acabo sus representaciones (H. Ayuntamiento de Toluca, S/F).

### **3.4 Infraestructura, equipamiento y servicios**

Dentro del parque se encuentra el Centro de Educación Ambiental (CEA), el cual tiene por objetivo apoyo y orientación para la ciudadanía sobre el tema de la educación ambiental y cómo poder ayudar al ambiente minimizando el impacto de las actividades humanas. El CEA (foto 7 en Anexos) ofrece conferencias y talleres para la población en general con temas relacionados al cuidado del ambiente, entre los talleres que se imparten se encuentran los talleres de reuso y de ecotecnias así conferencias sobre educación ambiental en escuelas del nivel del básico, medio superior e incluso en instituciones de educación superior (H. Ayuntamiento de Toluca, S/F).

Además, se encuentra el Museo de Ciencias Naturales del Estado de México (foto 8 en Anexos), el cual fue inaugurado el 2 de marzo de 1971, con el objetivo de difundir entre los visitantes del parque, la importancia de la preservación de los recursos naturales, centrándose en Biología y Geología. Cuenta con seis salas permanentes: Universo y Sistema Solar, Geología, Biodiversidad del Estado de

México, Lepidópteros, Insectos y Ecología. Existe una colección de alrededor de 3000 mariposas y una sala para exposiciones temporales, relacionadas con el arte y la cultura. Como servicios el museo cuenta con visitas guiadas de manera gratuita además de concursos de arte. Tiene un horario de martes a sábado de 10:00 – 18:00 horas, la entrada tiene un costo de \$10 pesos, sin embargo, los días miércoles y domingo la entrada es gratuita y los estudiantes y personas de la tercera edad solo pagan \$5 pesos (H. Ayuntamiento, 2016).

El parque cuenta con áreas de recreación y para la práctica de deportes en conjunto, como una cancha de futbol de tierra, la cual se encuentra a un costado del área con un total de 25 juegos entre los cuales destacan 6 resbaladillas, 6 columpios, 3 pasamanos, 4 sube y baja y un juego integral.

No existe un espacio destinado al estacionamiento de autos particulares o autobuses al interior del parque, pero en la entrada principal algunos visitantes pueden estacionar sus vehículos, además el interior del parque cuenta con caminos amplios para que los vehículos puedan ser estacionados, así como en el lugar en el cual se encuentra la iglesia. El Parque solo cuenta con un sanitario el cual se encuentra en el área de juegos, que no se encuentra en las mejores condiciones para su uso.

Existen 11 kioscos en los cuales los visitantes pueden apreciar la vista del parque ubicados alrededor del templo. Además, hay un paseo de los eucaliptos en el que se venden alimentos, agua, refrescos y jugos. Por otra parte, no existen los suficientes contenedores de residuos, y en los pocos que disponibles, los residuos están mezclados lo que atrae a fauna nociva y representa un peligro para los visitantes. Además, no se tienen las instalaciones adecuadas para personas con discapacidad, lo cual dificulta la estancia de estos visitantes.

En la entrada principal del parque se encuentra una estación de alquiler de bicicletas Huizi, la cual forma parte del Sistema de Bicicleta Pública del municipio de Toluca, la cual fue inaugurada en 2015, surge a partir de la sociedad civil, cuyo objetivo es fomentar el uso sustentable de transporte. Huizi se encuentra dentro de la ecozona que abarca 3.2 Km<sup>2</sup> y es parte de las acciones que el gobierno y la sociedad civil están llevando a cabo para reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) dentro de municipio (Fundación Tlaloc, 2016).

Con relación a los servicios a los visitantes que se brindan al interior del parque, destacan las actividades que desarrolla el CEA, como recorridos temáticos con una duración de 4 horas, y en el cual se da una explicación de los puntos más importantes de este, así como algunas leyendas del lugar, posteriormente se visita el Museo de Ciencias Naturales, y se realiza un taller con recursos reusables. A su vez el CEA también imparte talleres y conferencias acerca de los recursos naturales, el uso de ecotécnicas y la importancia de estas para contribuir al cuidado del medio ambiente. Además, en los meses de octubre-noviembre con motivo de la Feria y Festival del Alfeñique, cada año desde 2013 se realizan recorridos nocturnos en el parque, los cuales los realiza el grupo Catrinenando, en los recorridos se cuentan leyendas e historias en torno al lugar, el recorrido no tiene ningún costo.

Dentro del lugar de estudio se tiene pensado la realización de algunas obras como la casa de la tierra, el invernadero, el mariposario, la sala de usos múltiples, la sala de cómputo y la biblioteca, sin embargo, la empresa contratada se declaró en quiebre hace tres años y algunas de estas obras quedaron inconclusas.

En cuestiones de seguridad, en la entrada principal ubicada entre las calles Horacio Zúñiga y Andrés Quintana Roo se encuentra un módulo activo de policía municipal. Además, existen camionetas de la policía las cuales dan recorridos por el parque, cuidando la seguridad de los visitantes. Sin embargo, no cuenta con un sitio

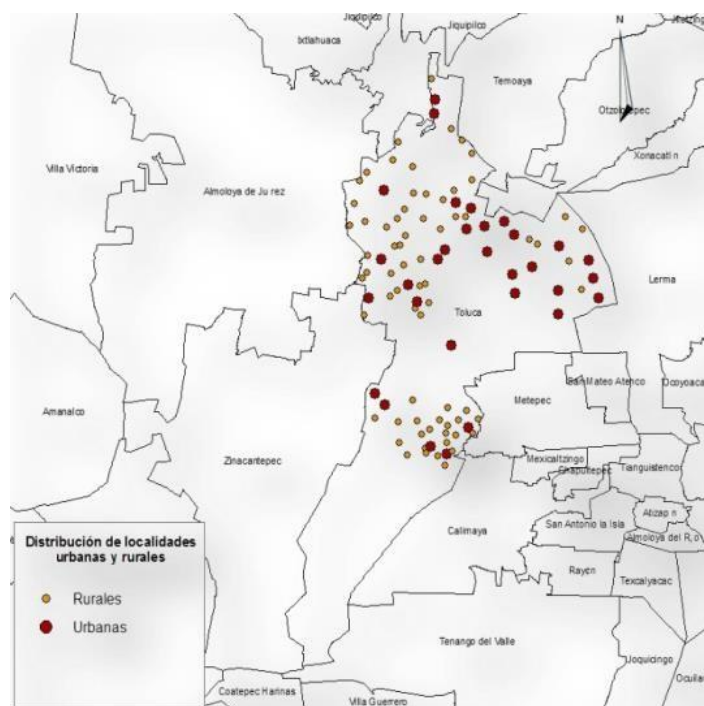
destinado a primeros auxilios, lo que representa una desventaja para el mismo en caso de que ocurra algún siniestro.

### **3.5 Características socioeconómicas**

El Parque Urbano Matlazincas se encuentra en el municipio de Toluca, Estado de México el cual tiene una población total de 819, 561 habitantes, de los cuales 394, 836 hombres y 424, 725 mujeres, la densidad del municipio es de 1,796.61 habitantes/Km<sup>2</sup> (COESPO, 2017).

El municipio cuenta con 69 localidades rurales (figura 4), en las cuales se concentran 49, 139 habitantes, que representan 6% del total de la población mientras que en las localidades urbanas se concentran 770, 422 habitantes, lo que representa el 94% de la población total (COESPO, 2017).

**Figura 4. Distribución de las localidades urbanas y rurales de la Ciudad de Toluca**



Fuente: COESPO, 2017

En la tabla 3 se describen las localidades con mayor número de habitantes

**Tabla 3. Distribución de número de habitantes**

Localidad	Número de habitantes
<b>Toluca</b>	489, 333
<b>San Pablo Autopan</b>	35, 141
<b>San José Guadalupe Otzacatipan</b>	31, 299
<b>San Mateo Otzacatipan</b>	22, 656
<b>San Pedro Totoltepec</b>	21, 076

Fuente: elaboración propia con base a datos de COESPO (2017)

Respecto a la dinámica económica, el municipio cuenta con 276, 182 personas de 12 años y más económicamente inactivas; 49.90% se dedican a los quehaceres de hogar, 39.91% a estudiar, 5.62% son pensionados y jubilados, las personas en otras actividades no económicas y las que cuentan con alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar, en conjunto son 4.57%. De la población de 12

años y más, 38, 926 es económicamente activa, y de acuerdo con su condición de actividad, 95.28% está ocupada y 4.72% desocupada. La participación de las mujeres en el sector económico ha aumentado, actualmente hay 122, 702 mujeres económicamente activas y por cada 100 hombres económicamente activos, hay 57 mujeres (COESPO, 2017).

Entre los principales sectores económicos, se encuentra servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (19.4%); comercio (18.4%); construcción (7.6%); industria alimentaria (5.7%); y, fabricación de maquinaria y equipo (5.5%). Por otra parte, los sectores estratégicos son: automotriz, productos químicos, agroindustrial, minería, textil, turismo, logístico, equipo y servicio aeroespacial, y servicios de investigación (Secretaría de Economía, 2015).

Respecto a las características de la población de las colonias colindantes al parque, y que tienen mayor incidencia en el uso del mismo, destacan Colonia Francisco Murguía, Colonia Morelos, Colonia la Merced, Colonia Granjas y Colonia Ciprés.

**Tabla 4. Colonias colindantes al PUM**

<b>Colonia</b>	<b>Número de habitantes</b>
<b>Colonia Francisco Murguía</b>	4, 314
<b>Colonia Morelos</b>	5, 534
<b>Colonia La Merced</b>	3, 264
<b>Colonia Granjas</b>	1, 390
<b>Colonia Ciprés</b>	1, 933

Fuente: INEGI (2010)

### **3.6 Características del visitante**

Referente a la cantidad de visitantes se tiene una estimación, de lunes a viernes en promedio lo visitan 25 personas, que se incrementa notablemente los días feriados y fines de semana, con un registro aproximado de 200 visitantes por día. El tipo de personas que más visitan el parque son deportistas que acuden por las mañanas. El rango de edad de los visitantes es de 15-20, las personas de la tercera edad casi no acuden, ya que la accesibilidad e infraestructura del parque no permite que puedan desplazarse adecuadamente.

### **3.7 Administración y participación social**

El PUM tiene el estatus de parque urbano desde el 2013 y es administrado por el H. Ayuntamiento a través de la Dirección de Medio Ambiente y el Departamento de Parques y Jardines, teniendo dentro el Centro de Educación Ambiental que realiza importantes acciones para la conservación ambiental.

En el PUM trabajan ocho jardineros de la Dirección de Parques y Jardines, de los cuales cuatro trabajan en el turno matutino, dos en el turno vespertino y dos los fines de semana, además hay un encargado general que se enfoca en el mantenimiento general del parque. En el Centro de Educación Ambiental trabajan 11 personas, los cuales se dividen en diferentes actividades como un enlace administrativo, ocho promotores ambientales, secretaria y personal de intendencia. Por otra parte, en el Museo de Ciencias Naturales trabajan seis personas, el director del museo, cuatro personas que se encuentran en las diferentes salas exposiciones y un policía para la vigilancia del lugar. Además, se utilizan diversos equipos desde podadoras, desbrozadoras, barredoras, copiadoras, unidades móviles y todas las personas son capacitadas para la utilización de estos equipos dependiendo de la actividad que desempeñen.

Las autoridades que intervienen en la administración del parque mantienen una dinámica interacción con otros actores, como empresas, escuelas, delegaciones, instituciones, sector privado y social para ofrecer y trabajar con ellos en las actividades que se tienen planeadas como pláticas, talleres, ecotecnias, recorridos temáticos, jornadas escolares, campañas de limpieza, campañas de reforestación, días alusivos, mantenimiento general de las áreas verdes, servicios religiosos.

Para el desarrollo de estas actividades, participan instancias como Parques y Jardines, Centro de Educación Ambiental del Ayuntamiento de Toluca, Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) como Fundación Tláloc, que apoyan a las diferentes actividades que se realizan dentro del parque como recorridos por el parque, talleres de ecotecnias, conferencias, todo esto relacionado con la preservación de tanto del parque como de la flora y la fauna, así como la Asociación de Scouts de México A.C. cuyos integrantes ayudan a realizar actividades de mantenimiento del PUM, reforestaciones, limpiezas, armado de senderos, así como delimitar espacios peligrosos para los visitantes. Por otra parte, también acuden cuerpos de bomberos y protección civil a impartir cursos de capacitaciones ante situaciones de peligro, como búsqueda y rescate.

### **3.8 Problemática ambiental en el PMU**

De acuerdo con el programa de manejo del Parque Urbano Matlazincas (2013), algunas de las problemáticas ambientales presentes se describen en la tabla 5:



**Tabla 5. Problemática ambiental**

Recurso	Actividad que afecta el recurso	Daños ocasionados	Efectos
Vegetación	Reforestación de especies inducidas.	Desordenada elección de especies para reforestar.	Problemas de sanidad en la cobertura forestal, mostrándolos vulnerables a plagas o incendios.
	Especies exóticas.	El eucalipto por sus raíces poco profundas en suelos someros, la fragilidad de su madera y su altura.	Genera un alto riesgo e impacto ambiental y social. Desplazan a la vegetación nativa además que afecta el crecimiento y germinación de otras plantas.
	Plagas forestales	Afectación del 20% de la vegetación arbórea afectado por conchuela	Se alimenta de la savia extraída del floema de la planta hospedera. Favorece el desarrollo de hongos. Disminuye la capacidad y eficiencia fotosintética. Produce debilitamiento y muerte de las ramas.
		Árboles senescentes y/o debilitados por factores como la contaminación, compactación del suelo y daños mecánicos por podas severas.	Muestran más vulnerabilidad a la infestación.
Suelo	Disposición inadecuada de los residuos sólidos.	No separación de los residuos que provoca malos olores	Las áreas de uso público pueden convertirse en un foco de infección

Fuente: Gaceta (2014)

El recurso con mayor afectación es la vegetación su principal causa son las plagas presentes en los árboles, así como la introducción de especies exóticas que generan competencia con las especies nativas y reduce la posibilidad de desarrollo de estas. A su vez, también existe una inadecuada disposición de residuos sólidos debido a que no existe una separación de estos lo que ocasiona que las áreas de uso común puedan convertirse en un foco de infección.

## **4. Metodología**

Con la finalidad de avanzar en el análisis e identificación de los servicios ambientales del Parque Urbano Matlazincas (PUM), se consideró el desarrollo de dos etapas de investigación documental y de campo, orientadas a obtener información acerca de los servicios ambientales, aspectos físicos y sociales que permitieron alcanzar los objetivos planteados.

Respecto a la etapa de investigación documental fue necesario la consulta, identificación, acopio y análisis de información documental contenida en diversas fuentes como libros, revistas, artículos científicos, fuentes electrónicas, documentos oficiales, entre otros. Para acceder a estas fuentes de consulta fue necesario acudir a instituciones a nivel federal como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Instituto Nacional de Geografía (INEGI), Servicio Meteorológico Nacional (SNM), a nivel estatal la Secretaría de Medio Ambiente (SMA) y el H. Ayuntamiento del Municipio de Toluca. Asimismo, se acudió a las bibliotecas de instituciones de educación superior como las Facultades de Planeación Urbana y Regional, de Geografía, así como Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

Con base en la información que se revisó, fue posible el desarrollo del marco teórico conceptual, relativo a las temáticas de sustentabilidad, indicadores de sustentabilidad, parques urbanos y servicios ambientales. Además, fue posible la identificación y comparación de diversas perspectivas metodológicas y conformar un marco de referencia del lugar de estudio. Incluso esta primera etapa de investigación permitió la obtención de datos que posibilitó la caracterización del PUM a partir de su ubicación, infraestructura, servicios, usuarios y estructura administrativa. Destacan las aportaciones de Restrepo (2009) sobre los indicadores

de sustentabilidad, a partir de las cuales fue posible identificar la importancia de la calidad de aire, el valor del hábitat, así como la seguridad, tranquilidad y accesibilidad a los parques urbanos, como factores fundamentales para el análisis de los servicios ambientales de captura de carbono, infiltración de agua y culturales.

En cuanto a la etapa de investigación de campo, se programaron distintas visitas al PUM durante los meses de junio, julio y agosto de 2018, con la finalidad de obtener información directa en el lugar de estudio. Para ello fue necesario el diseño, prueba y aplicación de diversos instrumentos de investigación como cuestionarios, guías de entrevistas, cédulas de observación, lista de verificación y matriz cruzada de impacto ambiental, que permitieron recabar la información sociocultural y biofísica del PUM Mientas que para recabar la información de los servicios de captura de carbono se requirió de cintas métricas o metro, libreta de campo, cédula de identificación de árboles (Anexos) y cámara fotográfica. Para el servicio de infiltración de agua se utilizaron 3 cilindros de PVC de 6 pulgadas de diámetro x 15 pulgadas de altura, 3 envolturas plásticas, 3 botellas de plástico previamente graduadas a 50mL con agua.

Para el desarrollo de esta investigación se retoma la clasificación de las funciones y servicios ambientales propuestas por Martín-López y Montes (2010):

**a) Funciones de soporte:**

- *Servicios de captura del carbono:*

Para el análisis de los servicios de captura de carbono fue necesario realizar un muestreo en el que se realizaron recorridos en el PUM con la finalidad de identificar las especies existentes a nivel de individuo mediante la Guía de campo de identificación de árboles de CONABIO (2012), y sus parámetros dasométricos, los cuales consistieron en la obtención del Diámetro a la Altura del Pecho (DBH = 1.3

m), a partir de la medición de su circunferencia. Con ello fue posible integrar una base datos para concentrar la información consistente en el No. de individuo, especie, circunferencia, DBH y registro fotográfico.

Una vez que se recopilaron los de datos, se estimó el almacén de biomasa y carbono (Ton/ha), a partir de la aplicación de modelos alométricos para cada especie, desarrollados por diferentes investigadores (tabla 6), los cuales consideran al DAP.

**Tabla 6. Ecuaciones alométricas**

Especie	Ecuación alométrica	Factor de conversión	Autor
<i>Cupressus lusitánica</i>	$[0.2637] * [DBH^{1.7698}]$	0.49	Vigil, 2010
<i>Fraxinus uhdei</i>	$[362.129] * [[3.1416] * [(((DBH^2)/4)]^{1.100}]$	0.47	Cano, 1994
<i>Ficus</i>	$[0.027059] * [DBH^{2.86357}]$	0.5	Rodríguez, et al., 2006
<i>Pinus sp</i>	$[0.0948] * [DBH^{2.4079}]$	0.5	Díaz 2005
<i>Buddleja cordata</i>	$[260.343] * [[3.1416] * [(((DBH^2)/4)]^{1.036}]$	0.5	Cano 1994
<i>Eucalyptus sp</i>	$[2.497]^{[DBH * 0.1186]}$	0.5	Toribio, 2006
<i>Ligustrum lucidum</i>	$((e^{(0.014718^2/2)})(e^{1.87511}))(DBH^{2.29843})$	0.5	Montero et al., 2005
<i>Casuarina equisetifolia</i>			
<i>Robinia pseudoacacia</i>			
<i>Schinus molle</i>			

\*DBH: Diámetro a la altura del pecho

\*Todos los valores son constantes en las fórmulas a excepción del DBH y e que equivale a 2.71

Fuente: elaboración propia con base en Rojas-García et al., 2005 y Montero et al., 2005

Bajo este fundamento, a continuación se ilustra el cálculo referido para la obtención del Carbono almacenado en cada individuo arbóreo:

$$DBH = \frac{\text{Circunferencia}}{\text{Pi}}$$

**DBH:** Diámetro a la altura del pecho  
**Circunferencia (cm):** Obtenida en campo  
**Pi:** 3.1416

$$DBH = \frac{65}{3.1416} = 20.70 \text{ cm}$$

Sustitución del DBH en ecuación alométrica

$$[0.0948] * [DBH^{2.4079}] \longrightarrow [0.0948] * [20.70^{2.4079}] = 139.82$$

Aplicación de factor de conversión que de acuerdo con Rojas-García et al., 2005 fue de 0.5

$$139.82 * 0.5 = 69.91$$

Estimación de carbono

**b) Funciones de provisión:**

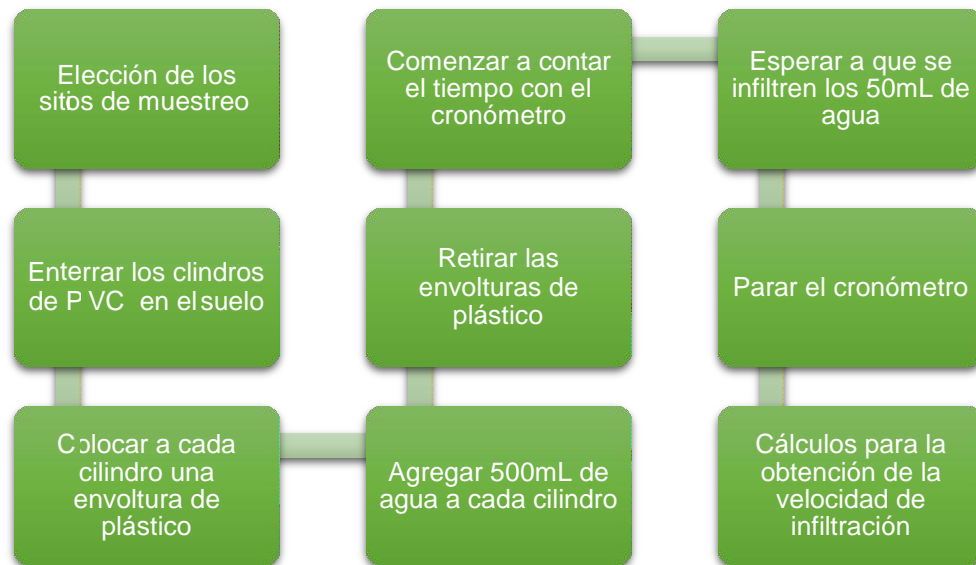
- *Servicios de infiltración de agua:*

Con base en la Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo de la USDA (1999), se aplicó el siguiente método para poder obtener la capacidad de infiltración de agua del suelo en el PUM y que contribuya a mantos freáticos.

Se eligieron 5 puntos representativos del parque, dos puntos en los que la vegetación fuera abundante, dos puntos en el que la vegetación fuera casi nula y el punto restante fue un área de uso común.

Una vez elegidos los sitios de muestreo se procedió a colocar los cilindros de PVC a 2 cm del suelo para afirmarlo y evitar que las pruebas no fueran del todo precisas. Una vez realizado esto, los cilindros se cubrieron con la envoltura de plástico como se muestra en foto 1, para posteriormente agregar 500mL de agua sobre la envoltura de plástico, cuidando que no hubiera fugas de agua foto 2. Se retiró la bolsa de plástico de los 3 cilindros y con ayuda del cronómetro se tomó el tiempo que tardó en infiltrarse 500 mL de agua. El cronómetro se detuvo una vez que se infiltró toda el agua, se registró el tiempo en minutos. Una vez realizado el primero ensayo, se procedió a repetirlo una vez más en cada cilindro, en total en cada punto se realizaron 6 pruebas. En la figura 5 se muestra un resumen del procedimiento para evaluar las funciones de provisión.

Figura 5. Procedimiento cálculo de infiltración de agua



Fuente: elaboración propia con base a USDA (1999)

**Foto 1: preparación de sitio**



Fuente: trabajo de campo (2019).

**Foto 2: Incorporación de agua en los cilindros de PVC**



Fuente: trabajo de campo (2019).

### c) Funciones de información:

- Servicios culturales

Se aplicaron cuestionarios a los visitantes del PUM, en las que se incluye la oferta de actividades para la recreación cotidiana y de fin de semana (eventos deportivos, conciertos, exposiciones); presencia de espacio verde natural; atractivo visual, presencia de infraestructura (juegos infantiles, áreas deportivas, senderos, mesa-bancos, sanitarios, estacionamiento), que permitan diferentes formas de ocio activo y pasivo; presencia de objetos culturales de interés y/o naturales (árboles, cuerpo de agua) y localización cercana a los lugares de residencia y acceso libre.

Para la aplicación de este cuestionario dirigido a los visitantes del PUM fue necesario determinar la muestra empleando la siguiente fórmula, tomando como universo de 31,200 visitantes anuales aproximados, de acuerdo con autoridades municipales:

En donde:

Variables	Valores
N: universo	31,200
z: nivel de confianza (95%)	1.96*
p: probabilidad a favor	0.9*
q: probabilidad en contra	0.1*
e: error muestral	0.05*

\*valores asignados por la fórmula

$$n = \frac{(z)^2(p)(q)(N)}{(e)^2(N - 1) + (z)^2(p)(q)}$$

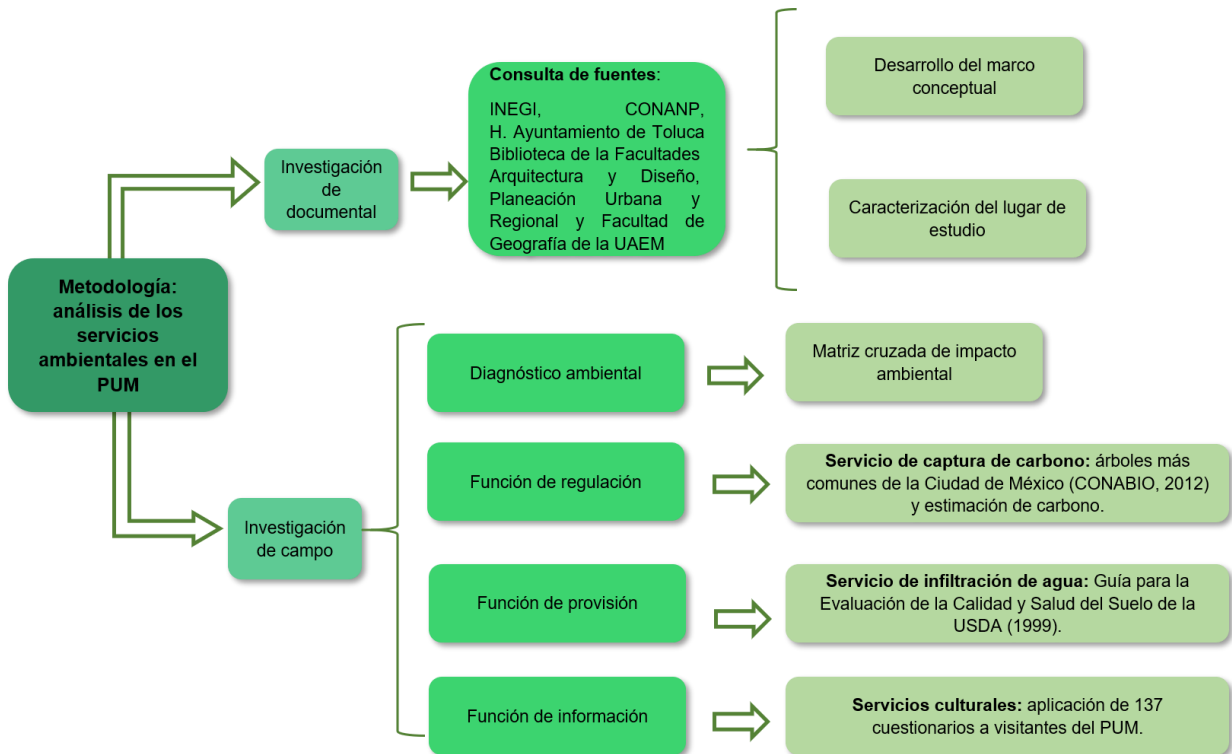
$$n = \frac{(1.96)^2(0.9)(0.1)(16,800)}{(0.05)^2(16800 - 1) + (1.96)^2(0.9)(0.1)} = 137 \text{ cuestionarios}$$



Además, fue necesario el diseño, prueba y aplicación de entrevistas a informantes clave, con respecto a la importancia de los servicios ambientales que brinda el PUM (Anexos).

En la siguiente Figura se presenta el esquema metodológico de la investigación (Figura 6).

Figura 6. Esquema metodológico de la investigación



Fuente: elaboración propia

## **5. Resultados**

### **5.1 Impacto ambiental del Parque Urbano Matlazincas**

Con la finalidad de identificar la problemática ambiental que se presenta en el PUM, con el desarrollo de diversas actividades que se llevan a cabo en su interior, se diseñó una matriz cruzada de impacto ambiental que permitió determinar la incidencia de la introducción de vehículos, las actividades recreativas en el área de juegos, la venta de alimentos, la introducción de mascotas, introducción de alimentos, recorridos programados, caminatas y escala, con diversos elementos del medio físico, biótico, socio económico, construido, cultural y perceptual. Para ello se empleó una valoración positiva (+) y negativa (-) de los impactos que genera en función de las magnitudes significativo (s), medianamente significativo (ms) y poco significativo (ps) (tabla 7).

Tabla 7. Matriz cruzada de impacto ambiental del Parque Urbano Matlazincas

ELEMENTOS DEL MEDIO		ACTIVIDADES								TOTALES ELEMENTOS DEL MEDIO						
		Introducción de vehículos	Área de juegos	Venta de alimentos	Introducción de mascotas	Introducción de alimentos	Recomendados	Recomendados	Caminatas	Escalada	DEL MEDIO					
											P	N	P	N	P	N
		S	S	MS	MS	PS	PS	NS								
FISICO	Calidad del aire	-2	0	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	5
	Ruido y olores	-2	-1	-2	-3	-1	-2	-2	-1	0	1	0	4	0	3	0
	Calidad del agua	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
	Recarga de acuíferos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Calidad del suelo	-1	-2	-3	-1	-1	-2	-1	-1	0	0	0	2	0	5	1
	Erosión	-1	-2	-1	-1	0	-2	-2	-2	0	0	0	4	0	2	2
	Compactación	-1	-2	-1	-1	0	-3	-2	-2	0	1	0	3	0	2	2
BIÓTICO	Cubierta vegetal	-2	-1	0	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	2	0	5	1
	Perturbación especies	-2	-1	-2	-2	-1	-3	-1	-2	0	1	0	4	0	3	0
	Biodiversidad	-1	-1	-2	-2	-1	-2	-1	-2	0	1	0	3	0	4	0
SOCIO ECONÓMICO	Organización social	0	0	+2	0	0	0	+1	+1	0	0	1	0	2	0	5
	Actividad económica	0	0	+3	0	-2	0	+3	+2	2	0	1	1	0	0	4
	Estabilidad social	0	0	+2	0	0	0	+3	+2	1	0	2	0	0	0	5
	Educación población	0	0	0	0	0	2	+2	+1	0	0	2	0	1	0	5
CONSTRUIDO	Infraestructura	-3	+2	-2	-2	-1	-1	+2	+1	0	1	2	2	1	2	0
	Equipamiento turístico	-1	+1	-1	-2	-1	-1	+2	-1	0	0	1	1	1	5	0
	Espacio público	-1	+2	-1	-3	-1	-1	+2	-1	0	1	2	0	0	5	0
CULTURAL	Costumbres	-1	0	0	0	0	+1	+1	0	0	0	0	0	2	1	5
	Tradiciones	-1	0	0	0	0	+1	+1	0	0	0	0	0	2	1	5
	Asimilación de valores	0	0	0	0	0	+1	+1	0	0	0	0	0	2	0	6
PERCEPTUAL	Paisaje	-2	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	3	0	5	0
	Entorno natural	-2	-1	-3	-2	-1	-1	-1	-1	0	1	0	2	0	5	0
TOTALES ACTIVIDAD	P	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	S	1	0	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	MS	0	2	2	0	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0
	N	MS	6	3	5	7	1	3	3	4	0	0	0	0	0	0
	P	PS	0	1	0	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0	0
	N	PS	8	6	6	4	10	6	6	7	0	0	0	0	0	0
P	NS	7	10	6	9	11	5	3	6	0	0	0	0	0	0	

Valores		
Significativo (S)	+3	-3
Mediamente significativo (MS)	+2	-2
Poco significativo (PS)	+1	-1
No significativo (NS)	0	0

Fuente: elaboración propia

De esta forma las principales actividades que se llevan a cabo dentro del parque que tienen mayor incidencia en los elementos del medio son la introducción de vehículos, que no cuentan con espacio suficiente para la circulación y el estacionamiento y que en determinadas ocasiones se presentan de forma excesiva como en fines de semana o en la realización de eventos al interior del mismo. Sobre sale la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los automóviles que ingresan al parque.

Por otra parte, la introducción de mascotas, en su mayoría perros, trae consigo problemas para el ambiente y para las personas, debido a que la mayoría de los dueños de las mascotas que ingresan al parque no recogen las heces de los animales, si bien es cierto que son biodegradables, estas poco a poco se van desintegrando y por medio del viento pueden llegar a los alimentos que se consumen o simplemente se pueden respirar. Las heces de los animales, en este caso de los perros que ingresan al parque contienen bacterias o parásitos que pueden causar daños a la salud tanto de los visitantes del parque como al ambiente. Asimismo, esta actividad repercute de manera significativa en la modificación del entorno, ya que la introducción de estos animales genera la perturbación del estado natural del ambiente.

Otra actividad importante dentro del parque es la venta de alimentos, ya que propicia la generación de una mayor cantidad de residuos, los cuales en su mayoría son inorgánicos y al no existir contenedores suficientes dentro del parque, no son depositados adecuadamente, generando malos olores y fauna nociva. Por otra parte, esta actividad también tiene impactos positivos, ya que contribuye a mejorar la economía de las personas que venden los alimentos.

Respecto a los recorridos temáticos que se realizan dentro del PUM, en los cuales se visitan los lugares más representativos y se proporciona información acerca de la historia y las principales especies de flora existentes, para incentivar la conservación ambiental, se presenta la degradación de la flora del lugar, así como deterioro del mismo. Si bien el CEA establece un número máximo de 15 personas por recorrido, la visita masificada de personas, ocasiona una perturbación tanto de la flora como de la fauna presente en el parque, como exceso de ruido y que algunos de los visitantes desechen sus residuos en cualquier sitio del PUM, este problema se presenta principalmente durante los fines de semana, y en especial

el día domingo, donde se estima la entrada de 200 visitantes a lo largo del día, para la realización de cinco misas en el Templo del Calvario.

Así mismo destaca la afectación al paisaje natural de las obras inconclusas del proyecto “Casa de la Tierra”, la construcción de este espacio comenzó en 2014, se estimó que sería concluida en los primeros meses del año 2015, para el cual fueron destinados 11 millones de pesos, pero la constructora que estaba a cargo el proyecto quedó en quiebra. Se contemplaba la construcción de un módulo de educación vial, un ecosistema artificial demostrativo de los humedales, un vivero, un módulo de fotoceldas solares para conocer su funcionamiento, un sistema de captación de agua pluvial, aulas para enseñar el proceso de reciclaje, un invernadero para la producción hidropónica. Sin embargo, la obra permanece inconclusa, con los materiales expuestos y daña el paisaje.

## **5.2 Análisis de los servicios ambientales del PUM**

Con la finalidad de contribuir a alcanzar el objetivo de la investigación que refiere al análisis de los servicios ambientales, se emplearon ecuaciones alométricas para estimar la captura de carbono, la Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo de la USDA (1999) y un cuestionario para conocer los servicios culturales y la percepción de los visitantes.

### **5.2.1 Servicios de captura del carbono**

La cubierta forestal en el PUM se encuentra constituida principalmente por especies de árboles de los cuales se pudo estimar la captura de carbono por especie, así como diámetro de cada árbol. De manera general a estos individuos no se les ha dado el mantenimiento adecuado para su desarrollo, lo que provoca que no cumplan adecuadamente las funciones que tienen dentro del ecosistema,

De acuerdo con el trabajo de campo, se contabilizaron un total de 2,152 árboles, de los cuales destacan las especies que se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8. Identificación de especies**

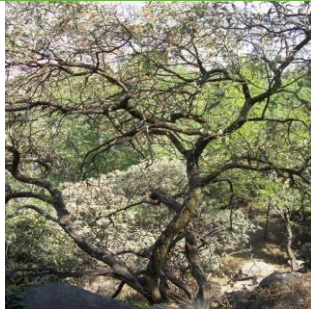


Especie	Nombre común	Usos	Origen	Imagen
<i>Acacia baileyana</i>	Acacia	Ornamental, medicinal, maderable	Australia	
<i>Prunus capuli</i>	Capulín	Comestible, maderable	América, se extiende desde Canadá hasta Guatemala	
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Maderable	Australia, Malasia	

Especie	Nombre común	Usos	Origen	Imagen
<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro Blanco	Combustible, maderable	México, Guatemala, El Salvador, Belice y el oeste de Honduras y Nicaragua.	
<i>Erythrina americana</i>	Colorín	Comestible, medicinal	México	
<i>Prunus pérsica</i>	Durazno	Comestible	Afganistán, China e Irán	
<i>Eucalyptus sp</i>	Eucalipto	Madera, obtención de celulosa	Australia	

Especie	Nombre común	Usos	Origen	Imagen
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	Maderable, medicinal	México	
<i>Juniperus Spp</i>	Junipero	Combustible, maderable	Estados Unidos y México	
<i>Ficus microcarpa</i>	Ficus	Ornamental	Asia	
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	Maderable, combustible, cosmético	Estados Unidos y Nicaragua	



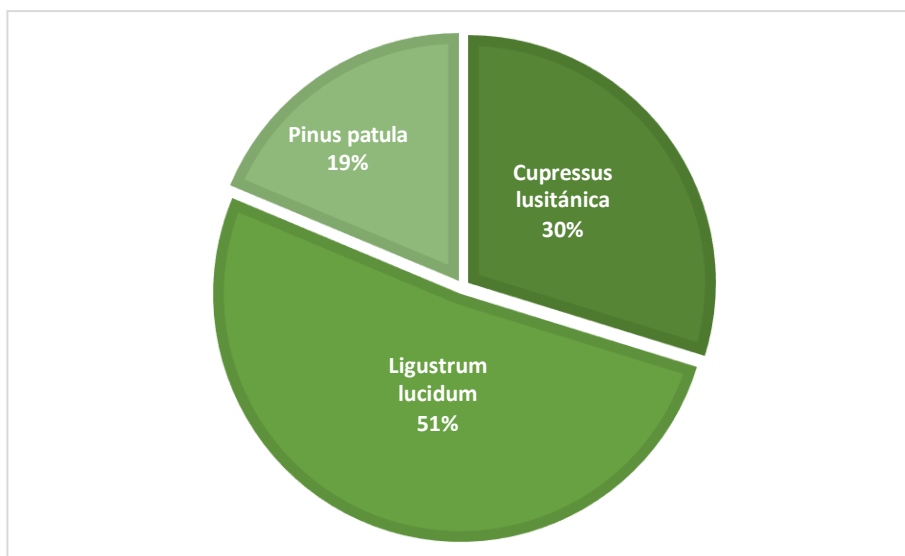
Especie	Nombre común	Usos	Origen	Imagen
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palma datilera	Ornamental, comestible	Asia	
<i>Pinus sp</i>	Pino	Medicinal, maderable	México	
<i>Schinus molle</i>	Pirul	Colorante, combustible, cosmético, comestible	Perú, Chile, Ecuador y Bolivia	
<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	Combustible, comestible, cosmético, farmacéutico	México	

Espece	Nombre común	Usos	Origen	Imagen
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozan	Medicinal	México	
<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno verde	Medicinal	Estados Unidos, y Nicaragua	
<i>Yucca schidigera</i>	Yuca	Comestible	Estados Unidos y México	

Fuente: elaboración propia con base en Vázquez-Yanes, Batis, Alcocer, Gual y Sánchez, (1999) y H. Ayuntamiento (S/F).

Además del total de especies identificadas, 76 son árboles muertos en pie, los cuales deben ser removidos para dar espacio a otras especies de árboles que puedan contribuir al adecuado funcionamiento del PUM (gráfica 1).

**Gráfica 1. Especies con mayor abundancia**



Fuente: trabajo de campo (2019).

En la tabla 9 se muestran las especies de árboles que se identificaron en el PUM, así como el número de individuos y los rangos de DBH por especie.

**Tabla 9. Rangos de diámetro por especie de árbol**

Especie	Número de individuos	Rangos de DBH (cm)
<i>Acacia baileyana</i>	187	3-70 cm
<i>Prunus capuli</i>	15	18-45 cm
<i>Casuarina equisetifolia</i>	175	6-125 cm
<i>Cupressus lusitanica</i>	702	5-101 cm
<i>Erythrina americana</i>	14	10-55 cm
<i>Prunus pérsica</i>	15	5-25 cm

<b><i>Eucalyptus sp</i></b>	53	7-249 cm
<b><i>Ficus</i></b>	16	5-50 cm
<b><i>Fraxinus uhdei</i></b>	240	4-79 cm
<b><i>Juniperus Spp</i></b>	58	4-50 cm
<b><i>Ficus</i></b>	14	5-55 cm
<b><i>Liquidambar styraciflua</i></b>	43	3-47 cm
<b><i>Phoenix dactylifera</i></b>	8	49-95 cm
<b><i>Pinus sp</i></b>	109	3-117 cm
<b><i>Schinus molle</i></b>	60	4-69 cm
<b><i>Crataegus mexicana</i></b>	22	5-19 cm
<b><i>Buddleja cordata</i></b>	12	6-66 cm
<b><i>Ligustrum lucidum</i></b>	301	1-47 cm
<b><i>Yucca schidigera</i></b>	32	5-95 cm

Fuente: trabajo de campo (2019)

Rojas-García (2005) y Montero (2005) realizaron una recopilación de ecuaciones alométricas para árboles presentes en México, pero solo para las siguientes especies se encontraron ecuaciones *Cupressus lusitánica* (Cedro blanco), *Fraxinus uhdei* (Fresno), *Pinus patula* (Pino), *Ficus*, *Eucalyptus globulus* (Eucalipto blanco) y para las especies como *Buddleja sessiliflora* (tepozán), *Ligustrum lucidum* (Trueno verde), *Casuarina equisetifolia* (Casuarina) y *Schinus molle* (Pirul), se utilizó una ecuación genérica.

En la tabla 10 se muestran las especies de árboles identificadas, así como la estimación de carbono para cada una.

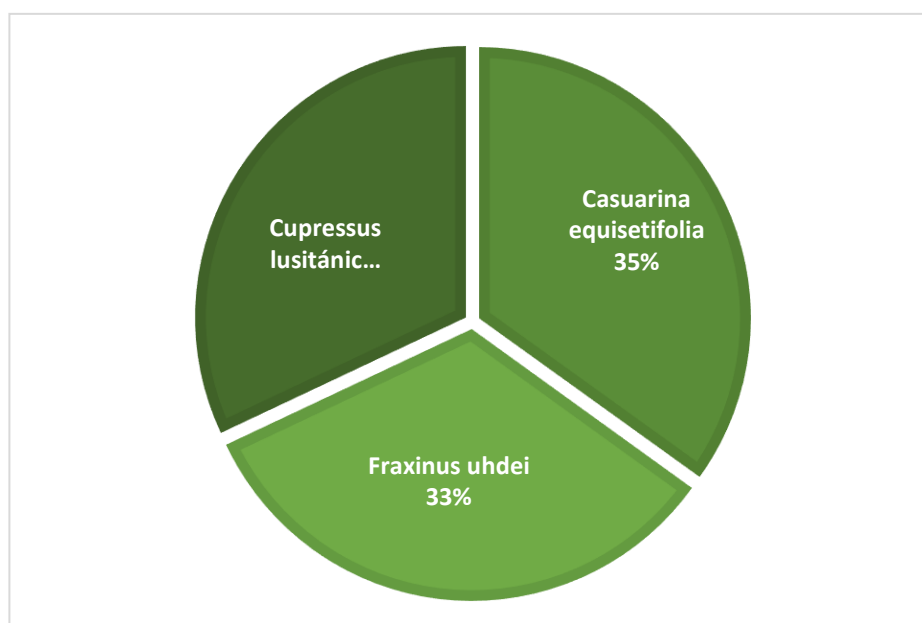
Tabla 10. Carbono almacenado por género

Especie	Carbono capturado (Kg)	Ton/ha
<i>Casuarina equisetifolia</i>	47,034.75	47.03
<i>Cupressus lusitánica</i>	43,073.85	43.07
<i>Eucalyptus globulus</i>	22,247.19	22.24
<i>Ficus</i>	7,621.34	7.62
<i>Fraxinus uhdei</i>	44,516.41	44.51
<i>Pinus patula</i>	24,244.86	24.24
<i>Schinus molle</i>	6,728.67	6.72
<i>Buddleja cordata</i>	2,945.45	2.94
<i>Ligustrum lucidum</i>	8,841.41	8.84
<b>Total</b>	<b>204,308.48</b>	<b>207.21</b>

Fuente: Fuente: trabajo de campo (2019)

El total de carbono almacenado en 7.97 ha es de 207.21 ton/ha de Carbono, del cual el género que más carbono almacena es *Casuarina equisetifolia* el cual representa el 34.93% seguido por *Fraxinus uhdei* con 33.06% y *Cupressus lusitánica* con 31.99% debido a que su estructura les permite almacenar más carbono (Gráfica 2).

Gráfica 2. Principales especies que almacenan carbono



Fuente: trabajo de campo (2019)

Existen pocos estudios referentes a los almacenes de carbono que representan los parques urbanos. En un estudio para cuantificar el carbono en la Primera sección del Bosque de Chapultepec (López-López, Martínez-Trinidad, Benavides-Meza, García-Nieto, Ángeles-Pérez, 2018), se muestrearon 182 ha, y destaca como resultado que en la superficie inventariada existe un almacén de carbono de 11 226 ton/ha de carbono y las toneladas por hectárea almacenadas es de 61.68 ton de carbono. Entre las principales especies que contribuyen a este resultado son *Fraxinus uhdei* con un 23% y *Eucalyptus globulus* con un 8.38%. Por otra parte, en el Parque Metropolitano Bicentenario, Mañón (2017), señala que las toneladas de carbono por hectárea son de 23.5 ton. Por otra parte, el PUM cuenta con una capacidad de almacén de carbono por hectárea de 26.96 ton., en contraste con el Parque Metropolitano Bicentenario, el PUM presenta una alta capacidad de almacenamiento de carbono debido a que en una menor extensión se presenta un mayor almacenamiento de carbono.

### **5.2.2 Servicios de infiltración de agua**

La unidad de suelo dominante en el parque es Feozem, el cual se encuentra presente en diversas zonas en las cuales hay pastizales o cobertura forestal. Este tipo de suelo se caracteriza por su humedad, además de ser poroso lo que permite se pueda infiltrar una mayor cantidad de agua y que sea una importante zona de recarga, ya que la condición del suelo determina que exista un comportamiento medio en cuanto a la velocidad de infiltración de los suelos.

Se puede inferir que en las áreas comunes existe un mayor tránsito de visitantes, es en estos puntos donde se podría presentar una disminución en la capacidad de infiltración. Como se muestra en la imagen 3, se tomaron en cuenta 5 puntos, los cuales fueron los más representativos dentro del parque como áreas comunes, los

sitios en los que existe mayor cubierta vegetal y espacios en los que la vegetación es poca o nula.

Mapa 2. Puntos de muestreo de infiltración de agua



Fuente: elaboración propia

Los rangos de infiltración dentro del parque se calcularon con base en la Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo de la USDA (1999) y los resultados se presentan en la tabla 11:

Tabla 11. Velocidad de infiltración de agua

Punto	Velocidad de infiltración
1	Moderadamente rápido
2	Moderado
3	Moderadamente rápido
4	Moderado
5	Moderadamente rápido

Fuente: trabajo de campo (2019)

Estos resultados muestran que los suelos del PUM tienen un drenaje eficiente y que no solo depende de las condiciones del suelo, sino también del mantenimiento con el que cuentan las áreas verdes de este espacio. En este sentido, es necesario reconocer la importancia que estos espacios para poder darles el mantenimiento adecuado y puedan seguir cumpliendo con la función ambiental en el ecosistema.

Referente a la infiltración de agua, se han realizado investigaciones tanto en parques urbanos como en las zonas en las que está presente una cobertura arbórea, con la finalidad de estimar las capacidades de infiltración. De acuerdo con Argañaraz (2010), se presenta una mayor infiltración en las zonas de cobertura arbórea abundante, mientras que en los sitios restantes como lo son senderos, zonas de uso de alto impacto presentan capacidades de infiltración regulares. De esta forma, se puede afirmar que los resultados obtenidos, coinciden en señalar que los suelos del PUM, presentan condiciones favorables para la regulación del balance de agua, no obstante, la capacidad que se tiene es moderada o lo que puede traducirse como regular y en zonas en de uso más intensivo se presenta una capacidad de moderadamente rápida o alta.

### **5.2.3 Servicios culturales**

Los servicios culturales son aquellos que, debido a las características del parque, proveen las condiciones necesarias para proporcionar beneficios a sus visitantes como recreación, actividades religiosas y deportivas, entre otros. Para conocer estos servicios que se encuentran presentes en el PUM fue necesario diseñar un instrumento que permitiera conocer la percepción de los visitantes.



#### a) Características del visitante

Derivado del trabajo de campo realizado en la investigación, es posible ampliar la descripción de las características de los visitantes del PUM como información fundamental para el análisis de los servicios ambientales culturales que genera la sociedad.

De esta forma destaca que en su mayoría son jóvenes con edades entre 21 y 25 años que corresponden al 23.3%, seguido de las edades de 15-20 y 26-30 años equivalente al 16.6%. De esta manera en su conjunto estos tres rangos de edad que van de los 15-30 años representa el 46.6% del total de visitantes del parque, por lo que constituye el principal sector de la población que realiza actividades vinculadas con los servicios ambientales culturales en el parque (Grafica A1 en Anexos).

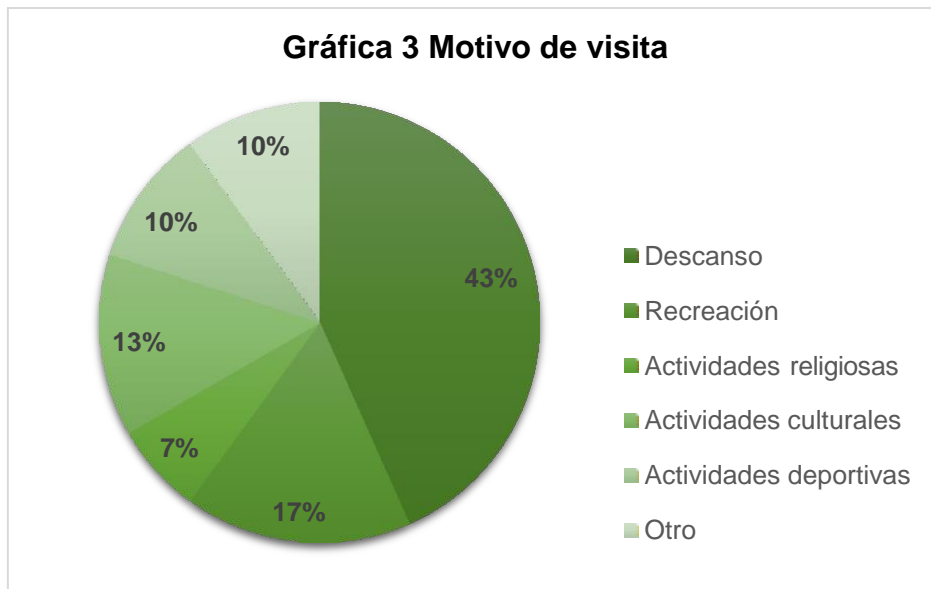
Por otro lado, con relación a la ocupación destaca que con el 46.6% las personas que más visitan el parque son los estudiantes de rango de edad entre 21-25 años, por ello se puede inferir que se encuentran cursando el nivel superior, seguido de los empleados y amas de casa equivalentes al 47% de los visitantes del Parque y por último profesionistas con el 6% (grafica A2 en Anexos).

Las encuestas realizadas mostraron que la mayoría de los visitantes son mujeres. Esto se debe a que la mayoría de los habitantes en el municipio son del género femenino, por ende, se tiene una mayor probabilidad de que estas sean las que más visiten el parque, además de que son las encargadas de cuidar a los hijos y acuden al parque con ellos (grafica A3 en Anexos).

Respecto al lugar de residencia, el 87% de los visitantes reside en colonias cercanas al parque como la Colonia Francisco Murguía, Colonia Morelos, Colonia Alameda la

Merced, Colonia Centro, Colonia Granjas y Colonia Ciprés por otra parte, también hay visitantes de Metepec, Zinacantepec y de Sauces, estos en conjunto suman 13% (grafica A4 en Anexos).

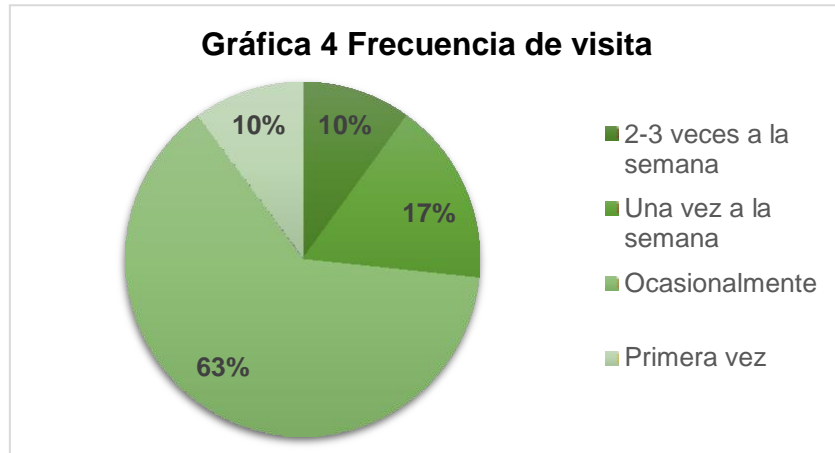
Referente a los motivos que tienen los visitantes para ir al Parque, la actividad principal fue descanso con un 43%, seguido de recreación que fomentan la convivencia entre familias y en general de la sociedad, equivalente al 17%, por otra parte, las actividades menos elegidas fueron actividades religiosas y aquellas en las cuales se pretende difundir información científica, equivalentes al 20%, esto debido a que no se tiene una cultura por actividades como exposiciones fotográficas, círculos de lectura, exposiciones de danza y obras de teatro, esto se puede fomentar con acciones que sean más atractivas para las personas, que estas puedan estar vinculadas a los diferentes espacios que existen dentro del PUM, como el Museo de Ciencias Naturales (gráfica 3).



Fuente: trabajo de campo (2019)

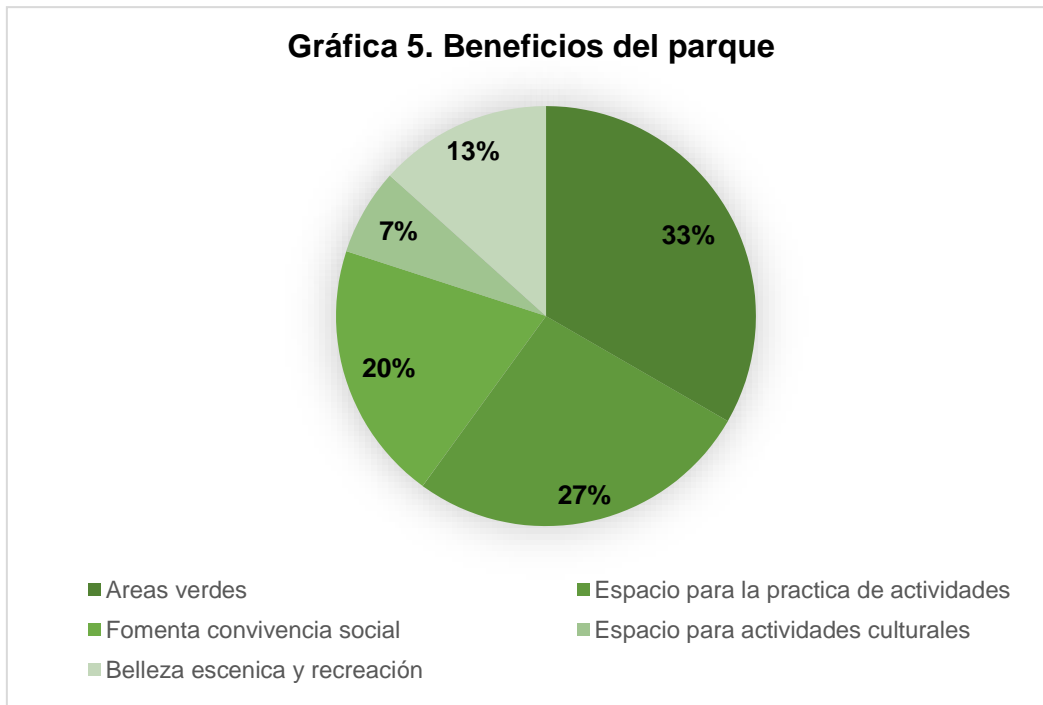
El 63% de los encuestados acude al parque ocasionalmente para descansar, actividades recreación, culturales o deportivas, el 16% visita el parque de 2 a 3

veces a la semana, por el contrario, el 10% de visitantes había acudido por primera vez el parque (gráfica 4).



Fuente: trabajo de campo (2019)

Respecto a los beneficios que proporciona el parque, consideran que el beneficio más importante son las áreas verdes con las que cuenta, ya que fomenta la generación de algunos servicios ambientales así como un espacio de descanso para los visitantes, en segundo lugar es el que el parque proporciona espacios para la práctica de actividades, en tercer lugar es un espacio para las actividades culturales, en cuarto lugar el parque proporciona el beneficio de belleza escénica y recreación así como el fomento de la convivencia social (gráfica 5).



Fuente: trabajo de campo (2019)

#### b) Recreación y actividades deportivas

Respecto a la existencia de infraestructura para realizar actividades dentro del parque, el 60% de los visitantes tiene la percepción de que estas se encuentran en un estado regular debido a que no cuenta con el personal suficiente ni los equipos adecuados para el mantenimiento del sitio, por otra parte, el 37% percibe que las instalaciones se encuentran en un estado aceptable y el 3% percibe que las instalaciones del parque no cuentan con el mantenimiento adecuado (gráfica A5 en Anexos)

Referente a la información que existe de las actividades que se pueden realizar en el parque, 58% de los encuestados contestaron que no existe información alguna de lo que se puede realizar o no dentro del parque, lo que implica que una menor cantidad de personas puedan participar en las actividades que ofrece el parque,

aunado a esto se pierde el fomento a una cultura de educación ambiental, por otra parte 42% afirmaron que existe información acerca de estas (grafica A7 en Anexos)

#### c) Educación Ambiental

En el rubro de educación ambiental 77% de las personas consideran que el parque si proporciona algún tipo de educación ambiental por otra parte 23% de los encuestados consideran que no. La educación ambiental la imparte por una parte el Centro de Educación Ambiental con diversas actividades como el desarrollo de talleres de ecotecnias, de reutilización de residuos, así como conferencias y recorridos programados dentro del parque. Asimismo, esta se hace presente al visitar el Museo de Ciencias Naturales en la interacción con las diferentes salas con las que cuenta.

Dentro del parque se encuentra el museo de Ciencias Naturales, el cual no es visitado por las personas que acuden al PUM ya que del total de los encuestados 67% no lo han visitado, por el contrario, solo una mínima cantidad 33% si lo han visitado. Esto se debe principalmente a la falta de difusión de información de las actividades que se pueden realizar (grafica A8 en Anexos)

#### d) Arte, cultura y ciencia

Respecto a las actividades de arte, cultura y ciencia, el parque imparte talleres como de rehuso para la fabricación de alebrijes, elaboración de papel reciclado, así como de bolsas con envolturas de papel metalizado, entre otros, este tipo de actividades son difundidas principalmente por redes sociales, en los cuales puede participar la población, pero la mayoría de los visitantes, 93%, no ha acudido a ningún taller o conferencia que se imparta, por el contrario 7% de los encuestados si han acudido (grafica A9 en Anexos).

De las actividades sobre educación ambiental que al visitante le gustaría que se impartieran están, en primer lugar, las exposiciones fotográficas, seguido de exposiciones de danza, en tercer lugar, círculos de lectura, en cuarto lugar, presentaciones de libros y en quinto lugar conciertos y proyecciones de películas y documentales, todo esto con la finalidad de fomentar la educación ambiental. De esta forma, es necesario sumar esfuerzos con diversos actores como la Universidad Autónoma del Estado de México, así como OSC como Fundación Ximai y Fundación Tláloc que están encaminadas a la realización de actividades que promuevan el cuidado del ambiente por diferentes medios, a fin de diversificar las actividades culturales presentes en el PUM (grafica A10 en Anexos).

e) Prácticas religiosas y sentido de pertenencia

Dentro del parque se encuentra el Templo del Calvario, sin embargo, el 53% de los visitantes no ha acudido al Templo y del 47% restante solo el 3% lo visita de 2 a 3 veces a la semana, 37% lo visita una vez a la semana y el 7% lo visita ocasionalmente. Las actividades religiosas con mayor incidencia se realizan el domingo en el que cada hora hay una misa, además se reserva la iglesia para diversos eventos sociales como bautizos, bodas, presentaciones, XV años, entre otros (grafica A11 en Anexos).

Además, se realizaron preguntas abiertas para que los visitantes pudieran dar su punto de vista, referente a las sugerencias para mejorar los servicios ambientales culturales, las principales respuestas fueron difusión del parque y de los servicios culturales que este proporciona y desarrollo de cursos, conferencias y talleres equivalentes al 30% cada uno, con el 23% se sugiere que el parque cuente con mayor y mejor vigilancia en puntos clave y por ultimo con el 17% se sugiere que se tenga una mayor inversión del gobierno.

Se enfatiza en las actividades que deben desarrollarse para la difusión del parque y las actividades que se realizan en este, lo que se podría hacer mediante redes sociales y campañas sobre la importancia ambiental del lugar, reconociendo la falta de áreas naturales en la ciudad de Toluca y hacerle ver a la población qué pasaría si el PUM no existiera, además así se daría un mayor impulso a las actividades culturales. Referente a la seguridad si aumenta la afluencia de personas en el parque, se necesitará un aumento de esta para asegurar el bienestar de los visitantes, además tendría que ser proporcionada por parte del gobierno por medio de las instancias que se encuentran dentro del PUM; por ultimo respecto a una mayor inversión del gobierno se refiere a que se mejoren las infraestructuras presentes en el parque, debido a que en el apartado de recreación y actividades deportivas la percepción que tienen los visitantes de las instalaciones que están en un estado regular, por lo que es pertinente la inversión para que se puedan aprovechar mejor estas áreas (grafica A12 en Anexos).

Por último para el 69% de los visitantes el parque representa un sitio en el cual pueden acudir para realizar actividades de relajación recreación y descanso, por otra parte el 20% lo considera como uno de los pocos espacios en los cuales se puede respirar aire de mejor calidad en la ciudad, ya que en este se produce oxígeno y se absorbe el dióxido de carbono y el 10% lo considera como un símbolo importante de la ciudad (grafica A13 en Anexos).

Con base en lo anterior, es posible señalar que la percepción que los visitantes tienen del PUM es regular, es decir, faltan cosas por mejorar para que el parque se convierta en el espacio adecuado para las prácticas deportivas, recreativas y culturales, no sólo de personas de las colonias cercanas a este, sino también los visitantes de la ciudad de Toluca. Es necesario fortalecer la valoración de los servicios ambientales culturales que este ofrece, mediante un mayor conocimiento

de las especies de flora y fauna, así como el cuidado a la naturaleza presente en el PUM.

Otro beneficio de los servicios ambientales culturales son los espacios que proporciona para la realización de actividades deportivas y de recreación. Los resultados de las encuestas mostraron que aún se tienen deficiencias en la realización de actividades deportivas y de recreación, educación ambiental, apreciación e inspiración para el arte y la cultura. Algunas de las limitaciones que se tienen es el olvido que tiene el gobierno por el parque, es decir, no le da el adecuado mantenimiento, lo que provoca que por el uso de las instalaciones se deterioren, así mismo, la sociedad debe participar de manera activa en las actividades que se realicen dentro del PUM. Respecto a la educación ambiental debería ser un tema prioritario tanto para las instancias que se encuentran en el PUM como para el gobierno, ya que es un área natural protegida y el objetivo de estas es promover la preservación e investigación dentro de ellas, lo cual no ocurre en el Parque.



## **6. Estrategias de sustentabilidad para los servicios ambientales en el PUM**

Con la finalidad de favorecer la continuidad y el fortalecimiento los servicios ambientales en el PUM es necesario el diseño de estrategias sobre la conservación ambiental, gestión económica y el bienestar social. En este sentido se presentan propuestas que inciden en los servicios de captura de carbono, posteriormente de infiltración de agua y finalmente los culturales que son correlacionados con los pilares de la sustentabilidad y que sin duda requieren la intervención de múltiples actores sociales para su ejecución. Por ello, se presentan las siguientes estrategias a partir de los ejes: conservación ambiental, gestión económica y bienestar social, así como líneas de acción correspondientes a los servicios de soporte, regulación y culturales. Así mismo se plantea la ejecución cada uno a corto, mediano y largo plazo, considerando corto plazo un periodo de tres años, mediano plazo de 4 a 8 años y finalmente largo plazo es mayor a 8 años (Tabla 11).

### **Objetivo:**

- Fortalecer los servicios ambientales de captura de carbono, infiltración de agua y culturales que brinda el Parque Urbano Matlazincas (PUM), mediante acciones soportadas en los pilares de la sustentabilidad y la corresponsabilidad de los actores público, privado y social, a fin de contribuir a la conservación ambiental y el bienestar social.

### **Eje 1. Conservación ambiental**

Líneas de acción:

#### *1.1 Servicios de captura del carbono*

- a) Desarrollar un diagnóstico que permita identificar las zonas prioritarias para la conservación del parque.

- b) Realizar un mantenimiento constante de la cubierta vegetal para que la vegetación existente en el PUM cumpla adecuadamente su función.
- c) Realizar campañas de reforestación principalmente con la especie *Pinus* puesto que se considera una especie nativa de la región y presenta alta capacidad de captura de carbono.

### *1.2 Servicios de infiltración de agua*

- a) Identificar las zonas con mayor capacidad de infiltración de agua con la finalidad de continuar con su adecuado mantenimiento
- b) Diseñar estrategias que permitan el aumento de la capacidad de infiltración de agua en zonas en las que esta es baja.
- c) Implementar un adecuado mantenimiento del parque para darle continuidad a la capacidad de infiltración de agua.

### *1.3 Servicios culturales*

- a) Identificar las áreas de uso común del parque que se encuentran en mal estado y dar mantenimiento para el servicio de los visitantes.
- b) Difundir la importancia de los servicios ambientales que brinda el parque, mediante la realización de actividades recreativas, deportivas y culturales.

## **Eje 2. Gestión económica**

Líneas de acción:

### *2.1 Servicios de captura del carbono*

- a) Gestionar recursos económicos con el gobierno del Estado de México, el H. Ayuntamiento de Toluca y otras instituciones públicas, para la adquisición equipo e insumos para el mantenimiento del arbolado.
- b) Propiciar la participación de instituciones privadas y organizaciones de la sociedad civil (OSC), para la canalización de donaciones, asesoría y

capacitación para mejorar las condiciones de la cubierta forestal y vegetal del PUM.

- c) Identificar mecanismos financieros que impulsen acciones para fortalecer la captura del carbono en el PUM

## *2.2 Servicios de infiltración de agua*

- a) Gestionar capital humano y recursos económicos con instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil, para brindar capacitación y mantenimiento de espacios para la infiltración de agua.
- b) Identificar mecanismos financieros que impulsen acciones para fortalecer la infiltración de agua en el PUM

## *2.3 Servicios culturales*

- a) Gestionar recursos humanos y financieros con autoridades públicas, instituciones educativas y centros de investigación, empresas privadas y OSC para el diseño e implementación de actividades recreativas, deportivas, culturales y de educación ambiental fin de promover la importancia ambiental del PUM.
- b) Crear espacios destinados a la venta de artesanías de la región, árboles ornamentales, abonos orgánicos, así como un bazar semanal de venta e intercambio de otros productos como semillas, hortalizas, conservas, mermeladas, bolsas, jabones, velas u otros, comercializados directamente por productores locales.

## **Eje 3. Bienestar social**

### **3.1 Servicios de captura del carbono**

- a) Fortalecer las funciones de la Dirección de Parques y Jardines del H. Ayuntamiento de Toluca, y en particular del área responsable del PUM para

la toma de decisiones, así como propiciar una dinámica participación de otros actores como residentes, académicos, sociedad civil y sector privado en el diseño e implementación de estrategias para la conservación de la cubierta forestal y vegetal.

- b) Instalar mamparas y cédulas que brinden información a los usuarios y visitantes del PUM sobre el reglamento interno (Anexos), la diversidad de especies, su importancia ambiental y los servicios ecosistémicos de regulación que brindan a la sociedad.
- c) Realizar campañas de educación ambiental que promuevan la importancia de la conservación ambiental para el bienestar social, dirigidas a residentes, usuarios y visitantes del PUM, con el apoyo del Centro de Educación Ambiental, centros de investigación, instituciones educativas, así como organizaciones de la sociedad civil.

### 3.2 Servicios de infiltración de agua

- a) Implementar mamparas con información acerca de la importancia de la infiltración de agua dentro y fuera del PUM para que las personas puedan desarrollar una racionalidad ambiental adecuada y conservar los recursos que le rodean.
- b) Realizar campañas de limpieza del parque que involucren a actores de la sociedad civil, con la final de hacerlos partícipes del cuidado del PUM.

### 3.3 Servicios culturales

- a) Realizar alianzas con OSC, centros de investigación e instituciones educativas para promover el cuidado de las áreas comunes en el PUM.
- b) Colocar mamparas en los accesos del PUM con la reglamentación del parque, para que los visitantes y residentes tengan una perspectiva de que actividades están permitidas en el interior.

- c) Contar con alianzas con instituciones educativas para el desarrollo de investigación dentro del parque y lograr una mejor difusión de los servicios culturales que ofrece el PUM a la sociedad.

**Tabla no. 11. Estrategias de sustentabilidad para los servicios ambientales en el PUM**

Objetivo							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer los servicios ambientales de captura de carbono, infiltración de agua y culturales que brinda Parque Urbano Matlazincas (PUM), mediante acciones soportadas en los pilares de la sustentabilidad y la corresponsabilidad de los actores público, privado y social, a fin de contribuir a la conservación ambiental y el bienestar social.</li> </ul>							
Eje	Servicio ambiental	Líneas de acción	Plazo			Actores	Recursos
			Corto	Mediano	Largo		
Conservación ambiental	Servicios de captura del carbono	Diagnóstico de zonas prioritarias para la conservación				Sector gubernamental, Instituciones educativas	Humanos, monetarios
		Realizar un mantenimiento de la cubierta vegetal				Sector gubernamental	Humanos, monetarios
		Realizar campañas de reforestación con <i>Pinus sp</i>				OSC, instituciones educativas	En especie, humanos, materiales
	Servicios de infiltración de agua	Identificar las zonas con mayor capacidad de infiltración de agua				Instituciones educativas	Humanos
		Diseñar estrategias para el aumento de la infiltración				Sector gubernamental, Instituciones educativas	Humanos
		Mantenimiento para la continuidad de la infiltración				Sector gubernamental	Humanos y monetarios
	Servicios culturales	Identificar las áreas de uso común del parque en mal estado				Instituciones educativas	Humanos
Difundir la importancia de los servicios ambientales.					OSC, Instituciones educativas, sector gubernamental	Humanos	
Gestión económica	Servicios de captura del carbono	Gestionar recursos económicos para la adquisición equipo e insumos para el mantenimiento del arbolado.				Sector gubernamental	Monetario
		Canalización de donaciones, asesoría y capacitación para mejorar las condiciones de la cubierta forestal y vegetal				Sector gubernamental, OSC	Humano, monetario
		Identificar mecanismos financieros que impulsen acciones para fortalecer la captura del carbono				Sector gubernamental	Humano
	Servicios de infiltración de agua	Gestionar capital humano y recursos económicos para capacitación y mantenimiento de espacios para la infiltración				OSC, Sector gubernamental	Humano, material
		Identificar mecanismos financieros que impulsen acciones para fortalecer la infiltración de agua en el PUM				Sector gubernamental	Humano
	Servicios culturales	Gestionar recursos humanos y financieros para el diseño e implementación de actividades sobre la importancia ambiental				Sector gubernamental, instituciones educativas	Humano, monetario
Crear espacios destinados a la venta de productos orgánicos comercializados directamente por productores locales					OSC, sector gubernamental	Humano, monetario, material	
Bienestar social	Servicios de captura del carbono	Fortalecer las funciones de las autoridades locales para la toma de decisiones				Sector gubernamental	Humano
		Propiciar la participación de otros actores como residentes, académicos, sociedad civil y sector privado				Sector gubernamental, instituciones educativas, OSC	Humano
		Instalar mamparas y cédulas que brinden información a los usuarios y visitantes del PUM sobre los servicios de regulación				Instituciones educativas, sector gubernamental	Humano, monetario, material
		Realizar campañas de educación ambiental que promuevan la importancia de la conservación ambiental				Sector gubernamental	Humano, monetario

Servicios de infiltración de agua	Implementar mamparas con información acerca de la importancia de la infiltración de agua dentro y fuera del PUM			Instituciones educativas, sector gubernamental	Humano, monetario
	Realizar campañas de limpieza del parque que involucren a actores de la OSC			OSC, visitantes	Humano, material, monetario
Servicios culturales	Realizar alianzas para promover el cuidado de las áreas comunes en el PUM			Sector gubernamental, OSC	Humano
	Colocar mamparas con la reglamentación del parque para visitantes y residentes			Instituciones educativas, sector gubernamental	Humano, monetario, material
	Contar con alianzas con instituciones educativas para el desarrollo de investigación y difusión de los servicios culturales			Instituciones educativas, sector gubernamental	Humano

Fuente: elaboración propia

## Conclusiones

Los principales hallazgos de la investigación fueron para los servicios de regulación se estimó el carbono almacenado, el cual es de 207.21 ton/ha, en 7.97 ha, del cual el género que más carbono almacena es *Casuarina equisetifolia* el cual representa el 34.93% seguido por *Fraxinus uhdei* con 33.06% y *Cupressus lusitánica* con 31.99% debido a que su estructura les permite almacenar más carbono.

Por otra parte, para la capacidad de infiltración de agua, derivado de las pruebas que se realizaron se encontró que de manera general el parque cuenta con un buen drenaje, ya que los resultados obtenidos fue que la velocidad de infiltración de agua iba de moderado a moderadamente rápido en las distintas zonas y se puede intuir que los senderos existentes funcionan de manera adecuada.

Referente a los servicios culturales, es importante destacar que los visitantes del PUM no conocen que son los servicios ambientales culturales, pero tienen presente que el parque representa una de las pocas áreas verdes que quedan en la ciudad y es importante su cuidado, además la investigación demostró que el PUM no cuenta con una difusión de las actividades que se pueden realizar dentro del parque, además estarían interesados a participar en actividades que pudieran ser ofertadas en el parque como yoga, renta de bicicletas, exposiciones fotográficas y artísticas, proyección de documentales, entre otras.

Con base a lo anterior es posible afirmar que se cumplió con el objetivo general de la investigación debido a que se analizaron los servicios ambientales existentes en el PUM y una vez identificados y con la ayuda de la aplicación de la metodología se procedió a la formulación de las estrategias con la finalidad de preservar el PUM.

No obstante, a pesar de estos hallazgos aún es posible continuar indagando sobre la funcionalidad y la importancia que tienen los parques urbanos, así como el



análisis de la captura de carbono de la cubierta forestal, además conocer a fondo que tipo de árbol sería el adecuado para las ciudades que pueda aportar más a la captura de carbono y por ende a la purificación del aire de los centros urbanos. Seguir en la construcción de métodos no destructivos para estimar la captura de carbono como las ecuaciones alométricas principalmente para árboles frutales.

Además en el PUM, es necesario identificar las principales problemáticas que enfrenta, las zonas potenciales para la conservación y mejora de los servicios ambientales, así como a los actores clave que puedan incidir en la instrumentación de las estrategias que se puedan implementar dentro del parque, asimismo gestionar recursos tanto humanos, materiales y monetarios para el desarrollo de futuros proyectos y alianzas con OSC, para lo cual es fundamental integrar a los diversos actores sociales en la definición, implementación y gestión de las acciones para la conservación ambiental y bienestar social dentro del PUM.

## Referencias

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2004). *Servicios ecosistémicos*. Recuperado de: <https://espanol.epa.gov/>
- Aguilera Fuenzalida, A. A. (2014). *Valoración de servicios ecosistémicos de la vegetación urbana en una ciudad desértica caso estudio ciudad de Antofagasta* (Tesis de maestría, Facultad de Arquitectura y Diseño y Estudios Urbanos)  
Recuperado de:  
[http://estudiosurbanos.uc.cl/images/tesis/2014/MHM\\_Armando\\_Aguilera.pdf](http://estudiosurbanos.uc.cl/images/tesis/2014/MHM_Armando_Aguilera.pdf)
- Argañaraz, J. P., & Lorenz, G. (2010). Contribución de las áreas verdes urbanas a la regulación del balance de agua en Santiago del Estero, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 31(3), 231-242. Recuperado de:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002010000300007](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002010000300007)
- Bifani, P. (1999). *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Madrid: RED ALMAR ediciones.
- Bofill, V. S., Reyes, F. R., Torres, C. F., Sánchez, D. E., (2009): Desarrollo local sostenible a partir del manejo integrado en el parque nacional caguanes de Yaguajay. *Revista desarrollo local sostenible*. Recuperado de:  
<http://www.eumed.net/rev/delos/04/brcd.pdf>
- Camacho Valdez V, Ruiz Luna A. (2011). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Bio ciencias*, volumen (1), pp. 3-15 Recuperado de:  
<http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/19>
- Cañal, P. y Vilches, A. (2009). El rechazo del desarrollo sostenible: ¿una crítica justificada? Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 676-679  
Recuperado de  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-676-679.pdf>

- CEPAL. (2003) Lineamientos para la construcción de indicadores de desempeño. Recuperado de [https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/0/41470/INDICADORES\\_IEN.pdf](https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/0/41470/INDICADORES_IEN.pdf)
- CEPAL. (2007). Indicadores ambientales de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Recuperado de: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/1/S0700589\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/1/S0700589_es.pdf)
- CEPANAF (2013). Decretos de las áreas naturales protegidas. Recuperado de: [http://cepanaf.edomex.gob.mx/decretos\\_areas\\_naturales\\_protegidas](http://cepanaf.edomex.gob.mx/decretos_areas_naturales_protegidas)
- CEPANAF (2013). Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de: [www.anpsestatales.mx/lib/archivo.php?id=1604](http://www.anpsestatales.mx/lib/archivo.php?id=1604)
- CEPANAF. Plan de manejo (2013) Recuperado de: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2014/ago131.PDF>
- CONABIO (2012). Árboles más comunes de la Ciudad de México. Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/aurbanos/pdf/GuiaArboles\\_v3.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/aurbanos/pdf/GuiaArboles_v3.pdf)
- CONAFOR. (2015). Servicios Ambientales. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/servicios-ambientales/>
- CONAGUA. (2016). Compensación Ambiental. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/compensacion-ambiental>
- Covarrubias Villa, F., & Ojeda Sampson, A., y Cruz Navarro, M. (2011). La sustentabilidad ambiental como sustentabilidad del régimen capitalista. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 18 (1), 95-101.

- Dirección General de Comunicación Universitaria. (2015). Conoce la vida y obra del artista mexicano Fernando Cano. Servicio de noticias Recuperado de: <https://criterionoticias.wordpress.com/2015/06/01/conoce-la-vida-y-obra-del-artista-mexiquense-fernando-cano/>)
- Estenssoro, F; (2015). El ecodesarrollo como concepto precursor del desarrollo sustentable y su influencia en América Latina. *Universum (Talca)*, 30(1), 81-99. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-23762015000100006>
- Feria Toribio, J, M; Santiago Ramos, J; (2009) "Funciones ecológicas del espacio libre y planificación territorial en ámbitos metropolitanos: perspectivas teóricas y experiencias recientes en el contexto español. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales* Vol. 13 Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/139480>
- Fisher B, Turner KR, Morling P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68 : 643-653
- Fuentes. R. (S/F). Proyecto: diseño de sistema señalético para el Parque Recreativo Metropolitano Bicentenario, Toluca, Estado de México (Tesis de Licenciatura en Diseño Gráfico) Universidad de Ixtlahuaca, Ixtlahuaca, México
- Fundación Tlaloc. Gobernanza Urbana en el municipio de Toluca (2016).  
Recuperado de: <https://fundaciontlaloc.org/files/huizi.pdf>
- Gaceta (2014). Programa de manejo del Parque Urbano Matlazincas. Recuperado de: <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2014/ago131.PDF>
- García, Susana, Guerrero, Marcela. (2006). Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de espacios verdes. Parque urbano Monte Calvario, Tandil, *Argentina Revista de Geografía Norte Grande*: Recuperado de: <http://buap.redalyc.org/articulo.oa?id=30003504ISSN0379-8682>
- Gómez-Baggethun, E., & de Groot, R. (2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas*, 16 (3), 4-14.

- Gómez Contreras, J L; (2014). Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, XXII() 115-136. Recuperado de <http://artificialwww.redalyc.org/articulo.oa?id=90931814009>
- Gómez Lopera, F; (1998). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. *Ciudad y territorio*, XXXVII (144) 2005. Recuperado de: <http://burgosciudad21.org/adftp/zonasverdes.pdf>
- Gómez Mendoza, J. Naturaleza y Ciudad. Diseño urbano con criterios ecológicos, geográficos y sociales. *El Ecologista*, 2004, nº. 38, p. 8.
- Groffman PM, Driscoll CT, Likens GE, Fahey TJ, Holmes RT, Eagar C, Aber J. (2004) Nor gloom of night a new conceptual model for the Hubbard Brook ecosystem study. 2004; 54: 139–148
- Gudynas, E. (2009). La ecología política de la crisis global y los límites del capitalismo benévolo. *Íconos*. (36), 53-67. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3318987.pdf>
- Guimarães, R. P., (2003). Tierra de sombras: desafíos de la sustentabilidad y del desarrollo territorial y local ante la globalización. *Polis*. Recuperado de <https://polis.revues.org/6864#quotation>
- H. Ayuntamiento de Toluca. Museo de Ciencias Naturales (2016). Recuperado de: <http://www.toluca.gob.mx/museo-de-ciencias-naturales/>
- H. Ayuntamiento de Toluca. Catedral de Toluca (2016). Recuperado de: <http://www.toluca.gob.mx/catedral/>
- H. Ayuntamiento de Toluca. COESPO (2017). Recuperado de: <http://www.ipomex.org.mx/ipo/archivos/downloadAttach/85636.web>
- H. Ayuntamiento de Toluca. (S/F). Guía de recorrido. Documento inédito.
- INECC (2009). Introducción a los servicios ambientales. Recuperado de: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/con\\_eco/2009\\_sem\\_ser\\_amb\\_pres\\_01\\_achallenger.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/2009_sem_ser_amb_pres_01_achallenger.pdf)

- INECC. (2002) Indicadores de Sustentabilidad. Recuperado de:  
[http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/ind\\_sust.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/ind_sust.pdf)
- INEGI (2010). Inventario Nacional de Viviendas. Recuperado de:  
[https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/?fbclid=IwAR0N1hu0jxdR-bBmj2bt6x3vtHEwW1UzjVjR\\_zr60wwsz2Bb0iNDeW4vkJQ](https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/?fbclid=IwAR0N1hu0jxdR-bBmj2bt6x3vtHEwW1UzjVjR_zr60wwsz2Bb0iNDeW4vkJQ)
- Iracheta Cenecorta, M. P. (2017). La batalla que terminó en masacre. *Relatos e historias de México*, 106, 70-77. Recuperado de:  
<http://relatosehistorias.mx/nuestras-historias/la-tragica-batalla-que-termino-en-masacre-en-el-cerro-del-calvario-1811>
- Leff, E. (1995) Saber ambiental. México: siglo xii, editores.
- Leff, Enrique. (1975) Hacia un proyecto de ecodesarrollo”, Comercio Exterior, XXV, 1, 84-92.
- Leff, E. (2000). Tiempo de sustentabilidad. Recuperado de:  
<http://www.scielo.br/pdf/asoc/n6-7/20424.pdf>
- López-López, S., Martínez-Trinidad, T., Benavides-Meza, H., García-Nieto, M., y Ángeles-Pérez, G. (2018). Reservorios de biomasa y carbono en el arbolado de la primera sección del Bosque de Chapultepec, Ciudad de México. *Madera y bosques*, 24(3), e2431620.  
<https://dx.doi.org/10.21829/myb.2018.2431620>
- Marquardt, B; (2006). Historia de la sostenibilidad. Un concepto medioambiental en la historia de Europa central (1000-2006). *Historia Crítica*, () 172-197. Recuperado de  
<http://www.uacm.kirj.redalyc.org/articulo.oa?id=81103208->
- Martín-López, B. y Montes, C. (2010). *Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales*. Guía científica de Urdaibai. UNESCO, Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Gobierno Vasco. Recuperado de: <http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2010/10/Funciones-y-servicios-de-los-ecosistemas.pdf>

- Medina, Muñoz, Haggar y Aguilar (2006). Metodología para la evaluación de servicios ambientales. Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11528e/A11528e.pdf>.
- Mejía Hernández, S. O. (2015). *Rehabilitación del parque "El agüita", en San Felipe Tlalmimilolpan, Municipio de Toluca*. (Tesis de licenciatura). Recuperado de: Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and human well-being synthesis*, Island Press, Washington. Recuperado de: <http://www.millenniumecosystem.org>
- Mooney, F. (1993) Definición de Sustentabilidad. Recuperado de: <http://extensionacademica.wordpress.com/2010/03/26/el-concepto-de-sustentabilidad-yla-importancia-de-cuidar-el-medio-ambiente/>
- Montero, G. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles. INIA. Serie Forestal. Madrid, España. 270 p.
- OMS (2015). Áreas verdes. Recuperado de: <http://www.who.int/es/>
- ONU. (1987). Informe Brundland. Recuperado de: <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0686956.pdf>
- ONU. (2005). La División de Desarrollo Sostenible de la ONU. Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/esa/desa/aboutus/keyissues.html>
- Ordenes, F., Romero, H., Toledo, X., Vásquez, A. (2001). Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y desarrollo*. volumen XVII (Nº4) pp. 45 – 51. Recuperado de: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Ecourbgesambsusciuintch.pdf>
- Plazola Cisneros, A; (1998). Enciclopedia de arquitectura. Editorial Plazola editores. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?id=LwAzmwEACAAJ&dq=enciclopedia+de+arquitectura&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwirlaaEwoPYAhWQxIMKHQCahU4Q6AEILDAB>

- PROBOSQUE (2007). Pago por servicios ambientales hidrológicos. Recuperado de:  
<http://probosque.edomex.gob.mx/desarrolloforestal/pago-por-servicios-ambientales-hidrologicos>
- Procuraduría Ambiental y Del Ordenamiento Territorial Del Distrito Federal. (2003). *Manejo y conservación de áreas verdes*. Informe anual, México. Recuperado de:  
[http://www.paot.org.mx/quees/consejo/cuadragesima/INFORME\\_DICIEMBR E.pdf](http://www.paot.org.mx/quees/consejo/cuadragesima/INFORME_DICIEMBR E.pdf)
- Quétier, F; Tapella, E; Conti, G; Cáceres, D; Díaz, S; (2007). Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. *Gaceta Ecológica*, () 17-26. Recuperado de <http://4www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908503>
- Quiroga Martínez, R. (2007). Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Chile: ONU
- Ramírez Sanz, L. 2002. Indicadores ambientales: situación actual y perspectiva. España: Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- Ramírez-Silva, J. P. y Sierra Rodríguez, I. (2010). Los parques como elementos de sustentabilidad de las ciudades. *Fuente*, 2(5). Recuperado de: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/02-05/1.pdf>
- Rico J. C. (2004). El paisajismo del siglo XXI entre la ecología, la técnica y la plástica. Madrid: Ediciones Sílex.
- Rivera Martínez, L M; (2014). Los parques urbanos como indicadores de calidad de vida, símbolos de bienestar y espacios de uso recreativo: una investigación en Bucaramanga (Colombia). *Universidad & Empresa*, 16() 215-237. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187241606008>
- Rojas-García F., De Jong B. H. J., Martínez Zurimendí P., Paz-Pellat F. (2005) *Database of 478 allometric equations to estimate biomass for Mexican tress and forests*. *Annals of Forest Science* 72: 835-864



- Rozzi, R. (2007). De las ciencias ecológicas a la ética ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 80(4), 521-534. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2007000400012>
- Secretaría de Economía. Información Económica y Estatal (2015). Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99605/estado\\_de\\_mexico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99605/estado_de_mexico.pdf)
- SEDESOL. (2011). Lineamientos para el diseño e implementación de parques públicos de bolsillo. Recuperado de: [http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/recreacion\\_y\\_deporte.pdf](http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/recreacion_y_deporte.pdf)
- SEDESOL. (2000). Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Tomo V. Recreación y deporte. Recuperado de [http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/recreacion\\_y\\_deporte.pdf](http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/recreacion_y_deporte.pdf)
- Szumacher, I; Malinowska, E; (2013). Servicios ecosistémicos urbanos según el modelo de Varsovia. *Revista del CESLA*, ( ) 81-108. Recuperado de <http://4www.redalyc.org/articulo.oa?id=243329724005>
- TEEB. (2010). Guía para la utilización del manual TEEB. Recuperado de: <http://www.teebweb.org/>
- TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011). TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. Recuperado de: <http://www.teebweb.org/publication/teeb-manual-for-cities-ecosystem-services-in-urban-management/>
- Terraza, H. (28 de junio de 2012). BID. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/la-ciudades-latinoamericanas-poseen-suficiente-espacio-verde-publico-que-es-suficiente-existe-un-minimo/?fbclid=IwAR3LXwo1a4fO-eOZt8drKnVdcP0h0Prad6A-4muCvRW0kMvdKA7mccKywzU>

- UICN, PNUMA, WWF. (1991). Cuidar la Tierra. Recuperado de:  
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CFE-003-Es.pdf>
- USDA. (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. Estados Unidos. Departamento de Agricultura de Estados Unidos
- Vázquez-Yanes, C., Batis, A. I., Alcocer, M. I., Gual, M. y Sánchez, C. (1999). Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM. Recuperado de:  
[http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/J084\\_Fichas%20de%20Especies.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/J084_Fichas%20de%20Especies.pdf)
- Vásquez, Alexis E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, (), 63 -86. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100005>
- Vélez Restrepo, L. (2009). Del parque urbano al parque sostenible. Bases conceptuales y analíticas para la evaluación de la sustentabilidad de parques urbanos. *Revista de Geografía Norte Grande*, (43), 31-49. Recuperado de:  
<http://www.redalyc.org:9081/home.oa?cid=2002009>
- Villanueva-Solís, J., Ranfla, A. y Quintanilla-Montoya, A. (2013). Isla de calor urbana: modelación dinámica y evaluación de medidas de mitigación en ciudades de clima árido extremo. *Información Tecnológica*, 15-24, 24(1). doi: 10.4067/S0718-07642013000100003

## Anexos



Universidad Autónoma Del Estado De México  
Facultad De Planeación Urbana Y Regional  
Licenciatura En Ciencias Ambientales



### Guía de entrevista dirigida a autoridades del Parque Urbano Matlazincas

Objetivo: la presente entrevista tiene el objetivo de analizar la perspectiva que tienen las autoridades del Parque Urbano Matlazincas acerca de los servicios ambientales que ofrece el parque en el municipio de Toluca, Estado de México, con la finalidad de complementar la investigación en curso.

Fecha de aplicación:	Formación académica:
Nombre del entrevistado (opcional)	Ocupación/Cargo:
Edad:	Lugar de aplicación:

- ¿Cuál es la importancia ambiental del Parque Urbano Matlazincas?
- ¿Conoce usted los antecedentes de creación del Parque?
- ¿El parque ha cambiado con el paso del tiempo?
- ¿Qué dependencia administra actualmente este lugar? (Estado o municipio)
- ¿Qué otras dependencias participan o desarrollan en actividades dentro del parque?
- ¿Conoce cuantas personas trabajan en el parque y cuáles son sus funciones?
- ¿Estas personas reciben alguna capacitación para el desempeño de sus funciones?
- ¿Qué servicios y actividades ofrece el parque a los visitantes?
- ¿Conoce el número de visitantes que recibe actualmente? (semana/mes/año)
- ¿Existe algún estudio sobre las características/perfil del visitante?
- ¿Cuáles son los momentos de mayor afluencia de visitantes en el parque?
- ¿Cuáles son los beneficios de la llegada de visitantes?
- ¿Cuáles son los impactos que genera la presencia masificada de visitantes?
- ¿Conoce qué son los servicios ambientales? (culturales, regulación y provisión)
- ¿Han desarrollado algún estudio previo sobre los servicios ambientales del parque? (inventario de árbolado, captura de carbono, captación de agua, servicios culturales)
- ¿Considera que estos servicios son importantes tanto para el parque como para la población que visita el parque? ¿Por qué?
- ¿Es importante dar a conocer estos servicios a los visitantes del parque?



Universidad Autónoma Del Estado De México  
Facultad De Planeación Urbana Y Regional  
Licenciatura En Ciencias Ambientales



### Cuestionario sobre los servicios culturales del Parque Urbano Matlazincas

**Objetivo:** Conocer la satisfacción que tienen los visitantes del Parque Urbano Matlazincas sobre los beneficios no materiales que obtienen de los servicios ambientales culturales, considerando recreación y actividades deportivas, educación ambiental, apreciación e inspiración para el arte, la cultura y la ciencia, prácticas religiosas y sentido de pertenencia.

**Instrucciones:** responda lo que se pida a continuación y en las preguntas que se tenga más de una respuesta, marque con una X la opción que más se adecue a su situación.

#### Características del visitante y percepción general del parque

1. Edad:

15-20 ( )      21-25 ( )      26-30 ( )      31-35 ( )  
36-40 ( )      41-45 ( )      46-50 ( )      50 o mas ( )

2. Ocupación:

Estudiante ( )      Empleado ( )      Profesionista ( )      Comerciante ( )  
Ama de ( )  
casa      Otro (especifique): \_\_\_\_\_

3. Genero:

Masculino ( )      Femenino ( )

4. Lugar de residencia:

Toluca ( )      Metepec ( )      Zinacantepec ( )      Almoloya ( )  
Lerma ( )      San ( )  
Mateo      Otro (especifique): \_\_\_\_\_

5. ¿Cuál es su principal motivo de su visita?

Descanso ( )      Recreación ( )      Actividades ( )      Actividades ( )  
religiosas      culturales  
Actividades ( )  
deportivas      Otro (especifique): \_\_\_\_\_

6. ¿Con qué frecuencia visita el Parque Urbano Matlazincas?

Diario ( )      2-3 veces ( )      Una vez a ( )      Ocasionalmente ( )  
por semana      la semana  
Primera ( )  
vez

7. ¿Con quién viene acompañado?

Hijos ( )      Pareja ( )      Amigos ( )      Familiares ( )  
Compañeros (trabajo, escuela, ( )  
asociación)      Otro (especifique): \_\_\_\_\_

8. ¿Pertenece algún grupo, asociación (civil, religiosa, deportiva) que realice actividades frecuentemente en el parque?  
Si ( ) No ( ) Especifique: \_\_\_\_\_
9. ¿Qué medio de transporte utilizó para llegar al Parque?  
Auto ( ) Transporte ( ) Bicicleta ( ) Ninguno ( )  
particular publico
10. Enumere del 1 al 5 los beneficios del parque para los visitantes (siendo el numero 1 el de mayor importancia)  
( ) Áreas verdes para actividades de convivencia y recreación (familiares y amigos)  
( ) Espacio para la práctica de actividades deportivas  
( ) Fomenta la convivencia social (vecinos, compañeros escuela/trabajo)  
( ) Espacio para actividades culturales  
( ) Belleza escénica y relajación
11. Enumere del 1 al 5 los problemas que presenta el parque (siendo el numero 1 el de mayor importancia)  
( ) Inseguridad al interior del parque  
( ) Instalaciones deterioradas (sanitarios, área de juegos, alumbrado)  
( ) Deterioro de áreas verdes  
( ) Falta de infraestructura  
( ) Generación de basura

### Recreación y actividades deportivas

12. ¿Cuáles son las actividades realizadas en el Parque?  
( ) Actividades deportivas  
( ) Convivencia familiar  
( ) Recorridos por el parque  
( ) Actividades religiosas  
( ) Conferencias y talleres  
( ) Exposiciones artísticas  
( ) Conciertos  
( ) Comercio  
( ) Otro especifique: \_\_\_\_\_
13. ¿En qué condiciones se encuentran las instalaciones del parque para realizar las actividades?  
Bueno ( ) Regular ( ) Mala ( )
14. ¿Existe información sobre las actividades recreativas y deportivas que puede practicar en el parque?  
Si ( ) No ( )
15. Enumere del 1 al 5 las actividades que le gustaría que se ofertaran en el parque (siendo 1 el de mayor importancia)

- ( ) Renta de bicicletas y patines
- ( ) Clases y talleres de yoga, fitness u otros deportes
- ( ) Mesabancos y espacios para la preparación de alimentos y convivencia
- ( ) Áreas de venta de alimentos, artesanías y eventos artísticos
- ( ) Actividades de observación de estrellas y recorridos nocturnos
- ( ) Otro especifique: \_\_\_\_\_

### **Educación ambiental**

16. ¿Ha visitado el Museo de Ciencias Naturales del parque?

Si ( ) No ( )

17. ¿Considera que el parque proporciona algún tipo de educación ambiental?

Si ( ) No ( ) Especifique: \_\_\_\_\_

18. ¿Considera que los visitantes del parque tienen una educación ambiental?

Si ( ) No ( )

19. Enumere del 1 al 5 las actividades de educación ambiental que le gustaría participar (siendo el numero 1 el de mayor importancia)

- ( ) Taller de separación y reutilización de residuos
- ( ) Elaboración de productos como jabones, conservas y huertos
- ( ) Taller de elaboración de composta
- ( ) Senderos para el reconocimiento de flora y fauna
- ( ) Proyección de videos y documentales
- ( ) Otro especifique: \_\_\_\_\_

### **Apreciación e inspiración para el arte, la cultura y la ciencia**

20. ¿Ha visitado alguna vez la escuela de Artes Plásticas del escultor Fernando Cano?

Si ( ) No ( )

21. ¿Ha acudido a algún taller o conferencia que se imparta dentro del parque?

Si ( ) No ( )

22. ¿Qué tan útiles considera que son las actividades culturales que se realizan dentro de parque?

Mucho ( ) Poco ( ) Nada ( )

23. Enumere del 1 al 5 las actividades culturales en las que le gustaría participar (siendo el numero 1 el de mayor importancia)

- ( ) Exposiciones fotográficas
- ( ) Círculos de lectura
- ( ) Conciertos y proyecciones de películas
- ( ) Exposiciones de danza
- ( ) Presentaciones de libros
- ( ) Otro especifique: \_\_\_\_\_

**Prácticas religiosas y sentido de pertenencia**

24. ¿Conoce usted el Templo del Calvario?

Si ( ) No ( )

25. ¿Con que frecuencia visita el Templo del Calvario?

Diario ( ) 2-3 veces ( ) Una vez a ( ) Ocasionamente ( )  
por semana la semana

No lo he ( )  
visitado

26. ¿Qué significa o representa para Usted el Parque?

---

---

---

---

---

---

---

---

27. ¿Qué propone o sugiere para mejorar los servicios ambientales culturales del Parque?

---

---

---

---

---

---

---

---

**Gracias por su colaboración**







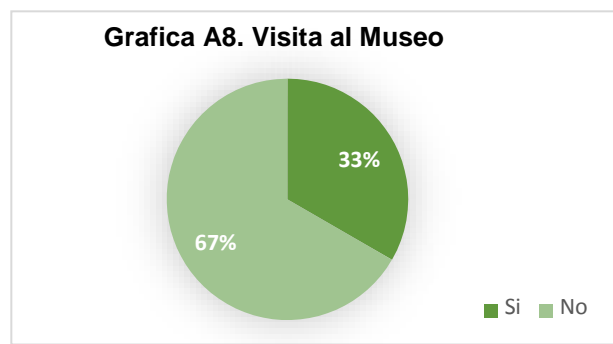
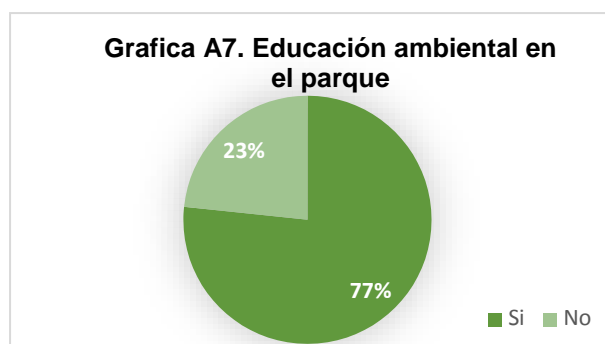
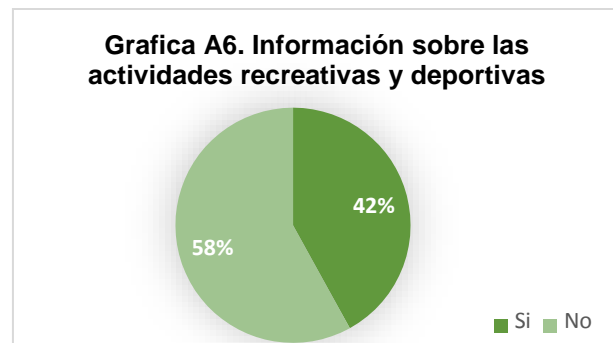
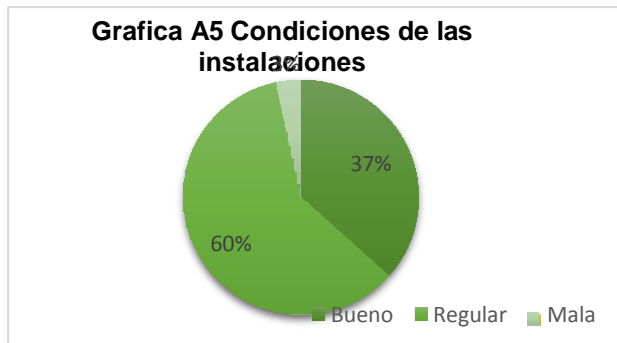
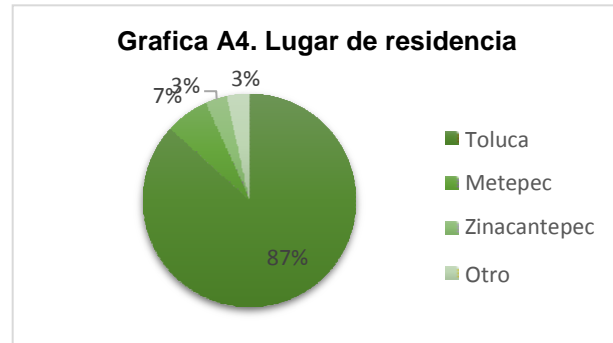
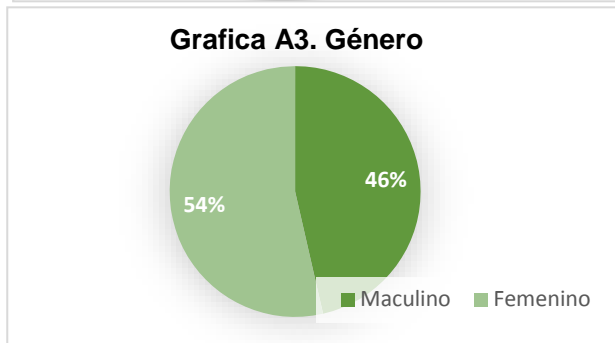
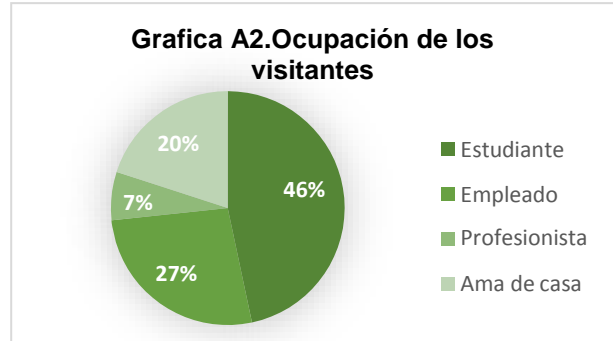
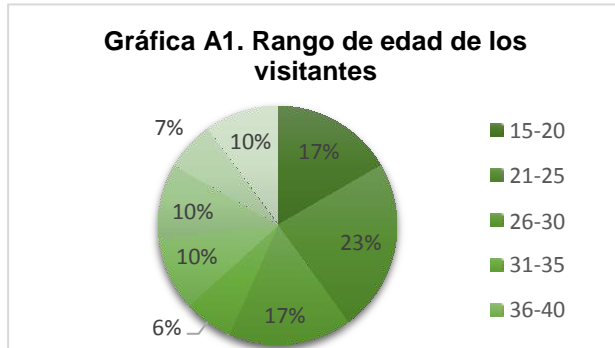
Universidad Autónoma Del Estado De México  
Facultad De Planeación Urbana Y Regional  
Licenciatura En Ciencias Ambientales



**Cedula de infiltración de agua en el Parque Urbano Matlazincas**

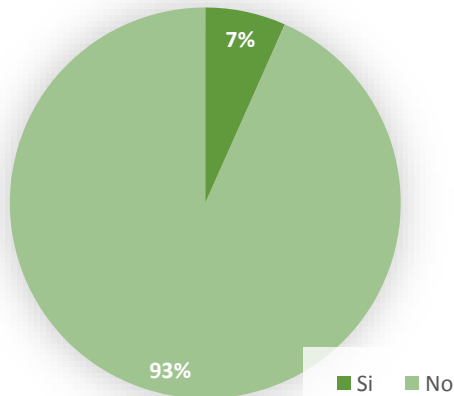
Sitio	Prueba	Infiltración 1	Infiltración 2
1	1		
	2		
	3		
2	1		
	2		
	3		
3	1		
	2		
	3		
4	1		
	2		
	3		
5	1		
	2		
	3		

## Anexo grafico



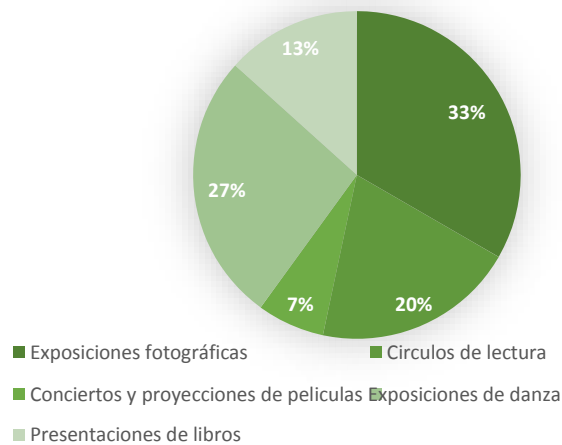
Fuente: elaboración propia (2019)

**Grafica A9 Asistencia a taller o conferencia**



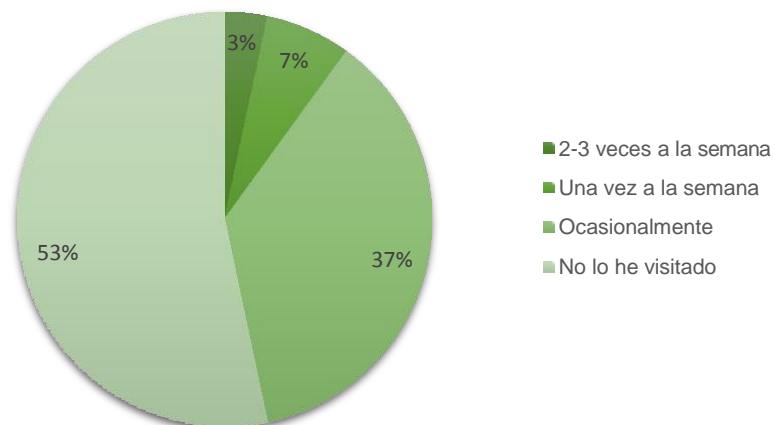
Fuente: elaboración propia (2019)

**Grafica A10. Actividades de educación ambiental que le gustaría participar**

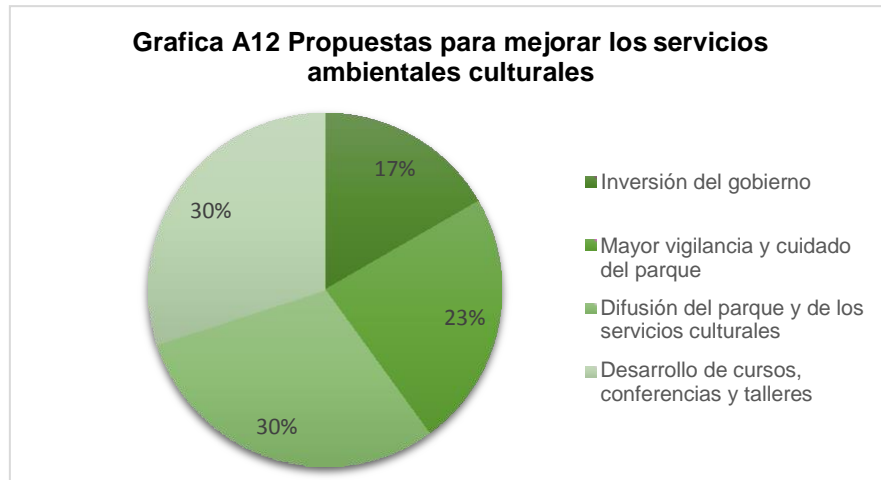


Fuente: elaboración propia (2019)

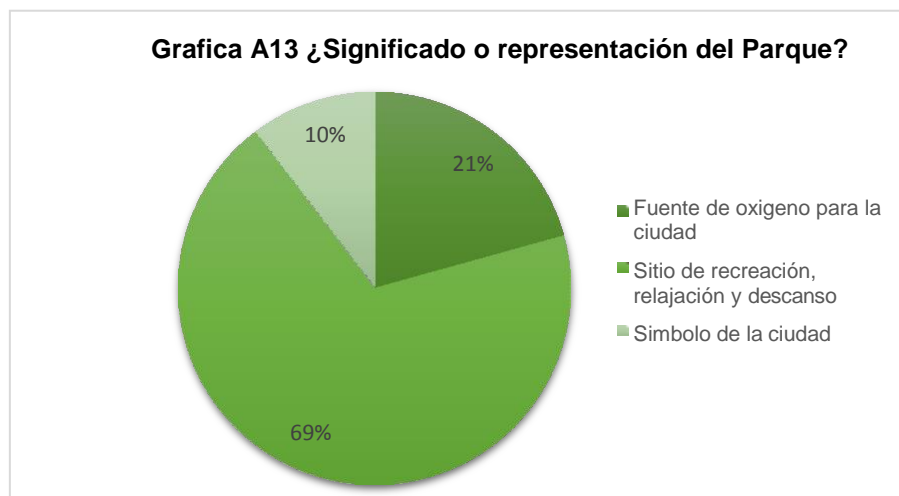
**Grafica A11 Frecuencia de visita al Templo del Calvario**



Fuente: elaboración propia (2019)



Fuente: elaboración propia (2019)



Fuente: elaboración propia (2019)

## **Anexo fotográfico**

Foto 1. Templo del Calvario



Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 2. La Cruz



Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 3. Hasta bandera



Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 4. Estancia del tiempo



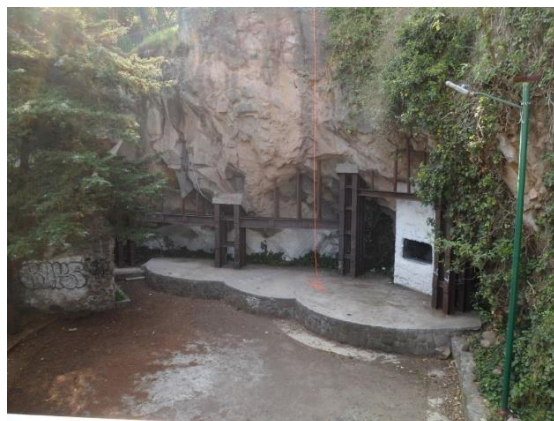
Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 5. Jardines



Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 6. Jardines



Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 7. Centro de Educación Ambiental



Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 8. Museo de Ciencias Naturales



Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 9. Área de juegos



Fuente: elaboración propia (2019)

Foto 10. Cancha de futbol



Fuente: elaboración propia (2019)

## Decreto del Parque Urbano Matlazincas



# GACETA DEL GOBIERNO



ESTADO DE MÉXICO

Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México  
REGISTRO DGC NUM. 001 1021 CARACTERISTICAS 113282801  
Directora: Lic. Brenda Alejandra Romero Paredes Esquivel

Mariano Matamoros Sur No. 308 C.P. 50130 Toluca de Lerdo, Méx., viernes 23 de agosto de 2013  
Tomo CXCVI A:2013/001/02 No. 35  
Número de ejemplares impresos: 450

PODER EJECUTIVO DEL ESTADO

**SUMARIO:** DECRETO DEL EJECUTIVO DEL ESTADO POR EL QUE SE DECLARA ÁREA NATURAL PROTEGIDA, CON LA CATEGORÍA DE PARQUE URBANO, LA DENOMINADA "MATLAZINCAS" UBICADA EN EL MUNICIPIO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO.

**"2013. Año del Bicentenario de los Sentimientos de la Nación"**

SECCION TERCERA

### PODER EJECUTIVO DEL ESTADO



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE MÉXICO



EII GRANDE



CEPANAF

DOCTOR ERUVIEL ÁVILA VILLEGAS, GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE MÉXICO, EN EJERCICIO DE LAS FACULTADES QUE ME CONFIEREN LOS ARTÍCULOS 65, 77, FRACCIONES II, XXVIII, XXXVIII Y XLVI DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MÉXICO Y CON FUNDAMENTO EN LOS ARTÍCULOS 2 Y 8 DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL ESTADO DE MÉXICO, 2.7, FRACCIÓN III, INCISO B), 2.101, 2.102, 2.103 Y 2.108 DEL CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO Y 174 DEL REGLAMENTO DEL LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO, Y

**CONSIDERANDO**

Que el Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017 reconoce que no existe un dilema entre crecimiento económico y medio ambiente. El crecimiento sostenido solo se presentará en la medida en que se cuide el medio ambiente. En este sentido, el Gobierno Estatal considera que es necesaria la acción coordinada y el diseño de políticas públicas para crecer con armonía ecológica.

Que uno de los objetivos del Gobierno del Estado es incrementar el patrimonio ecológico a través de mecanismos y medidas adecuadas que permitan lograr el equilibrio ecológico entre los recursos naturales y el ser humano, buscando consolidar el aprovechamiento racional así como sustentable de sus recursos, en beneficio de la salud y la economía de sus habitantes.



**DECRETO DEL EJECUTIVO DEL ESTADO POR EL QUE SE DECLARA ÁREA NATURAL PROTEGIDA, CON LA CATEGORÍA DE PARQUE URBANO, LA DENOMINADA "MATLAZINCAS" UBICADA EN EL MUNICIPIO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO.**

**PRIMERO.** Se declara como Área Natural Protegida con la categoría de "Parque Urbano Matlazincas", ubicada en el Municipio de Toluca, Estado de México, específicamente en la colonia Francisco Murguía, la cual está inmersa en la zona conurbada de la ciudad de Toluca, Estado de México, a 0.95 km de la cabecera municipal. Colinda al suroeste con el Centro Histórico de la ciudad, al norte con la calle Valentín Gómez Farías, al sur con la calle Horacio Zúñiga, al oriente con las calles José María Oviedo y José Vicente Villada, al poniente con las calles Andrés Quintana Roo y Silvano García. Sus coordenadas extremas son: N 19 16 50.1, W 99 39 43.6; N 19 17 04.2, W 99 39 34.6; N 19 17 04.3, W 99 39 31.2; N 19 16 50.2, W 99 39 36.7; a una altura de 2684 a 2738 m.s.n.m.

Es una importante zona de conservación de los recursos naturales adyacentes a la zona urbana de la capital del Estado de México, con presencia de flora, fauna y suelos que permiten la recarga de los mantos freáticos. Conforman un área topográfica y geomorfológica que junto con la condición climática de tipo templado, proporciona el refugio de fauna, rodeada por actividades estrictamente urbanas, la flora encontrada en su mayoría es introducida, sin embargo, existen elementos naturales propios de la región.

**SEGUNDO.** El Área Natural Protegida tiene una superficie de 7.97 hectáreas, dotando además de los servicios ambientales a la población, diversión, esparcimiento y el conocimiento cultural propio de una zona con antecedentes históricos de relevancia para la ciudad de Toluca.

**TERCERO.** Las causas de utilidad e interés público que justifican esta declaratoria, en el hecho que las ciudades son consideradas como los ecosistemas más perturbados del planeta, debido al uso intensivo de los recursos naturales, al crecimiento exponencial de la población, a la perturbación ecológica y paisajística, así como a la disminución de los espacios naturales libres, la contaminación visual, auditiva y atmosférica, que es característica de los centros de población.

**CUARTO.** Las áreas verdes urbanas constituyen elementos indispensables de toda una red de interacciones entre la ciudad y el medio natural, puesto que no solo cumplen funciones de índole recreativo, práctico y psicológico, sino que también contribuyen en la captura de carbono, elemento que ayuda a mitigar el efecto del cambio climático, la producción de oxígeno, el aislamiento del ruido y la amortiguación de la temperatura. Además albergan diversas especies de flora y estos espacios naturales son capaces de atraer a la fauna que ha podido adaptarse a la urbanización o que simplemente utiliza estos parches del paisaje como conectores hacia otros ecosistemas.

**QUINTO.** Las modalidades a que se sujetarán el uso de los elementos y recursos naturales, serán con base en la zonificación que para el Área Natural Protegida se determine, considerando la aptitud de las superficies contenidas.

**SEXTO.** El uso o aprovechamiento de los elementos y recursos naturales del parque urbano se regirá de la siguiente forma:

- a) Cualquier obra de infraestructura de beneficio social se sujetará a la normatividad aplicable y autorizaciones correspondientes de las dependencias estatales y del H. Ayuntamiento de Toluca.

- b) Cualquier actividad de extracción del subsuelo o superficie a cielo abierto quedará condicionada a la autorización ambiental de desarrollo urbano estatal y municipal, cumpliendo con la normatividad vigente durante su apertura, operación y/o eventual cierre y abandono.
- c) Queda prohibido el aprovechamiento de la fauna y flora silvestres, excepto para uso científico autorizado o para el desarrollo de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA's).
- d) Queda prohibida la tala de árboles, excepto cuando se trate de control fitosanitario o plantaciones forestales que cuenten con los permisos correspondientes, siempre y cuando se asegure la conservación del uso de suelo forestal del sitio y se realicen las prácticas de protección de suelo, agua y biodiversidad establecidas en la normatividad.
- e) Para las zonas de aprovechamiento se podrá realizar mediante la presentación del programa de manejo correspondiente, debidamente autorizado, así como el de impacto ambiental y que la verificación física de dicho aprovechamiento no afecte significativamente a la producción de los servicios ambientales del sitio.
- f) Cualquier programa de recuperación que se pretenda aplicar sobre el parque urbano deberá estar aprobado por la Secretaría del Medio Ambiente, para mantener la seguridad de la conservación del sitio y de los servicios ambientales que generan.
- g) Se establecerá una zonificación, entendida ésta como el instrumento técnico de planeación que permita ordenar el territorio dentro del Área Natural Protegida, en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas.
- h) Esta zonificación formará parte del programa de manejo y concordancia con lo establecido en el uso del suelo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.
- i) Para el aprovechamiento de las zonas urbanas y urbanizables, incluyendo las no programadas, se deberán respetar los usos del suelo establecidos en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, así como la normatividad en la materia.

**SÉPTIMO.** La Secretaría del Medio Ambiente de conformidad con los artículos 2.116 y 2.117 del Código para la Biodiversidad del Estado de México elaborará en un término no mayor a seis meses a partir de la publicación del presente Decreto, el Programa de Conservación y Manejo del Área Natural Protegida "Parque Urbano Matlazincas", dando participación a los habitantes, propietarios y poseedores de los predios en esta incluidos, así como a las dependencias del sector central y/o paraestatal de la administración del Gobierno del Estado de México, los gobiernos municipales y a organizaciones sociales, públicas o privadas y demás personas interesadas.

**OCTAVO.** En el Programa de Conservación y Manejo se determinarán los lineamientos para:

- a) La administración, el establecimiento de comités técnicos representativos y la creación de fondos o fideicomisos.
- b) La realización de las acciones de protección, restauración, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del parque urbano.
- c) La administración y vigilancia del Área Natural Protegida.
- d) La zonificación y elaboración de las reglas administrativas.
- e) La participación de las organizaciones sociales y privadas en la administración.

**NOVENO.** Los lineamientos del Programa de Conservación y Manejo del Área Natural Protegida se ajustarán a lo manifestado en el Código para la Biodiversidad del Estado de México y deberán contener lo siguiente:

- a) Las características físicas, biológicas, culturales, sociales y económicas del área.
- b) Los objetivos del área.
- c) Los lineamientos para la utilización del suelo, del manejo de recursos naturales y de la realización de actividades en el área y en sus distintas zonas.
- d) Las acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazos.
- e) Las bases para la administración, mantenimiento, monitoreo y vigilancia del área.
- f) Las disposiciones jurídicas ambientales aplicables.
- g) Los mecanismos de financiamiento del área.

**DÉCIMO.** La autorización para la exploración, explotación investigación y aprovechamiento de recursos naturales e históricos, así como la realización de obras en el Área Natural Protegida, estará sujeta al Programa de Conservación y Manejo aprobado por la Secretaría del Medio Ambiente en el ámbito de su competencia.

**DÉCIMO PRIMERO.** Se respetará la posesión y los usos del suelo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y el régimen de propiedad existente en el área natural protegida.

**DÉCIMO SEGUNDO.** La Secretaría del Medio Ambiente, en coordinación con las dependencias del Gobierno del Estado de México y el H. Ayuntamiento de Toluca, en el ámbito de sus respectivas competencias, proveerán lo necesario para el logro de los objetivos del presente Decreto.

**DÉCIMO TERCERO.** Inscríbase la presente Declaratoria en el Instituto de la Función Registral del Estado de México.

#### **TRANSITORIOS**

**PRIMERO.** Publíquese esta Declaratoria en el Periódico Oficial "Gaceta del Gobierno".

**SEGUNDO.** Esta Declaratoria entrará en vigor el día de su publicación en el Periódico Oficial "Gaceta del Gobierno".

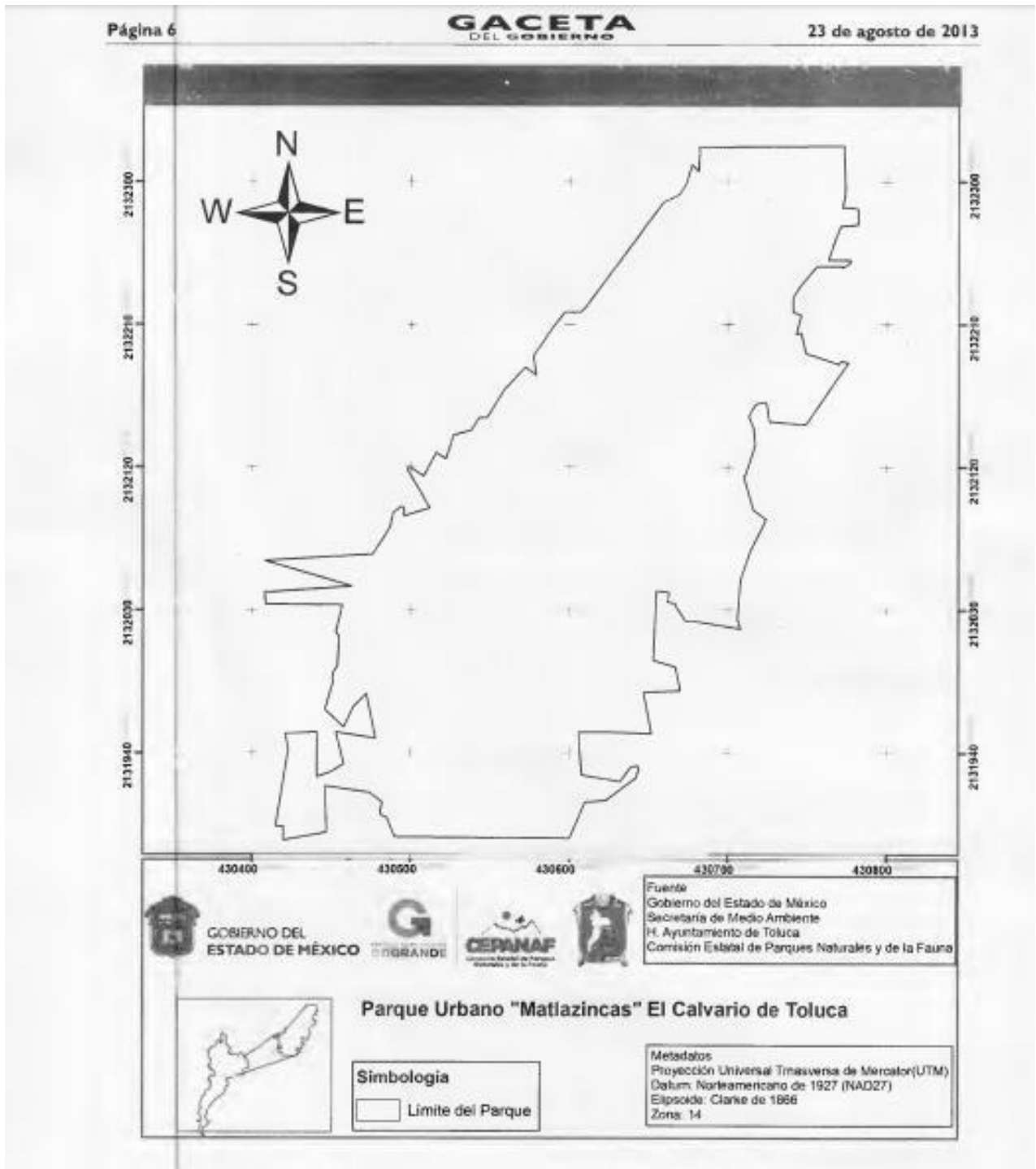
Dado en el Palacio del Poder Ejecutivo, en la ciudad de Toluca de Lerdo, capital del Estado de México, a los veintitrés días del mes de agosto de dos mil trece.

**SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN.  
EL GOBERNADOR CONSTITUCIONAL  
DEL ESTADO DE MÉXICO**

**DR. ERUVIEL ÁVILA VILLEGAS  
(RÚBRICA).**

**EL SECRETARIO GENERAL DE GOBIERNO**

**MTRO. EFRÉN ROJAS DÁVILA  
(RÚBRICA).**



			Vértice	Coordenada "X"	Coordenada "Y"
1	430,441.00		65	430,756.00	2,132,247.00
2	430,421.00	2,131,952.00	66	430,772.00	2,132,247.00
3	430,423.00	2,131,942.00	67	430,772.00	2,132,246.00
4	430,415.00	2,131,894.00	68	430,776.91	2,132,249.22
5	430,420.00	2,131,894.00	69	430,777.00	2,132,251.00
6	430,420.00	2,131,885.00	70	430,763.00	2,132,251.00
7	430,447.00	2,131,890.00	71	430,763.00	2,132,251.00
8	430,446.00	2,131,919.00	72	430,768.00	2,132,265.00
9	430,474.00	2,131,915.00	73	430,771.00	2,132,272.00
10	430,482.00	2,131,909.00	74	430,782.00	2,132,273.00
11	430,481.00	2,131,904.00	75	430,782.00	2,132,283.00
12	430,481.00	2,131,901.00	76	430,777.00	2,132,284.00
13	430,485.00	2,131,899.00	77	430,772.00	2,132,284.00
14	430,490.00	2,131,887.00	78	430,774.00	2,132,292.00
15	430,600.00	2,131,886.00	79	430,773.00	2,132,323.00
16	430,610.00	2,131,909.00	80	430,681.58	2,132,322.22
17	430,623.00	2,131,910.00	81	430,682.00	2,132,319.00
18	430,642.00	2,131,924.00	82	430,681.00	2,132,307.00
19	430,644.00	2,131,930.00	83	430,677.00	2,132,311.00
20	430,643.00	2,131,932.00	84	430,673.00	2,132,298.00
21	430,639.00	2,131,931.00	85	430,669.00	2,132,292.00
22	430,632.00	2,131,922.00	86	430,659.00	2,132,287.00
23	430,608.00	2,131,926.00	87	430,610.00	2,132,221.00
24	430,606.00	2,131,953.00	88	430,607.00	2,132,218.00
25	430,622.00	2,131,953.00	89	430,597.00	2,132,218.00
26	430,652.00	2,131,952.00	90	430,590.00	2,132,209.00
27	430,647.00	2,131,978.00	91	430,577.00	2,132,190.00
28	430,670.00	2,131,979.00	92	430,579.00	2,132,178.00
29	430,667.00	2,131,994.00	93	430,572.00	2,132,183.00
30	430,653.00	2,131,998.00	94	430,559.00	2,132,169.00
31	430,655.00	2,132,042.00	95	430,548.00	2,132,151.00
32	430,663.00	2,132,041.00	96	430,543.00	2,132,151.00

33	430,662.00	2,132,035.00	97	430,538.00	2,132,143.00
34	430,667.00	2,132,034.00	98	430,527.00	2,132,140.00
35	430,666.82	2,132,032.91	99	430,522.00	2,132,125.00
36	430,672.00	2,132,025.00	100	430,517.00	2,132,128.00
37	430,673.00	2,132,023.00	101	430,516.00	2,132,129.00
38	430,678.00	2,132,023.00	102	430,508.00	2,132,114.00
39	430,708.00	2,132,018.00	103	430,499.00	2,132,120.00
40	430,706.00	2,132,024.00	104	430,497.94	2,132,118.12
41	430,708.00	2,132,049.00	105	430,504.00	2,132,108.00
42	430,714.00	2,132,067.00	106	430,512.00	2,132,094.00
43	430,724.00	2,132,087.00	107	430,496.00	2,132,089.00
44	430,716.00	2,132,093.00	108	430,496.00	2,132,094.00
45	430,710.00	2,132,114.00	109	430,494.00	2,132,095.00
46	430,711.00	2,132,115.00	110	430,489.00	2,132,091.00
47	430,717.00	2,132,134.00	111	430,487.00	2,132,082.00
48	430,716.00	2,132,145.00	112	430,476.00	2,132,065.00
49	430,713.00	2,132,152.00	113	430,408.00	2,132,061.00
50	430,715.00	2,132,156.00	114	430,463.00	2,132,045.00
51	430,718.00	2,132,160.00	115	430,408.00	2,132,041.00
52	430,724.00	2,132,161.00	116	430,408.74	2,132,033.62
53	430,726.00	2,132,149.00	117	430,457.00	2,132,033.00
54	430,749.00	2,132,147.00	118	430,453.00	2,132,016.00
55	430,776.00	2,132,186.00	119	430,455.00	2,132,013.00
56	430,771.00	2,132,187.00	120	430,454.00	2,131,995.00
57	430,770.00	2,132,185.00	121	430,451.00	2,131,990.00
58	430,749.00	2,132,192.00	122	430,451.00	2,131,984.00
59	430,746.00	2,132,205.00	123	430,446.00	2,131,967.00
60	430,743.00	2,132,204.00	124	430,458.00	2,131,956.00
61	430,746.00	2,132,216.00	125	430,464.00	2,131,969.00
62	430,741.00	2,132,218.00	126	430,472.00	2,131,977.00
63	430,741.00	2,132,227.00	127	430,478.00	2,131,949.00
64	430,745.00	2,132,234.00	128	430,453.00	2,131,953.00
			129	430,458.00	2,131,933.00
			130	430,450.00	2,131,928.00
			131	430,441.00	2,131,925.00

### Propuesta de señalética al interior del parque

Trotapista



Área de juegos



Área de descanso



Sanitarios



Ruta de evacuación



Punto de reunión



No estacionarse



Estacionamiento



Zona cultural



Tire la basura en su lugar



Tire la Basura en su Lugar

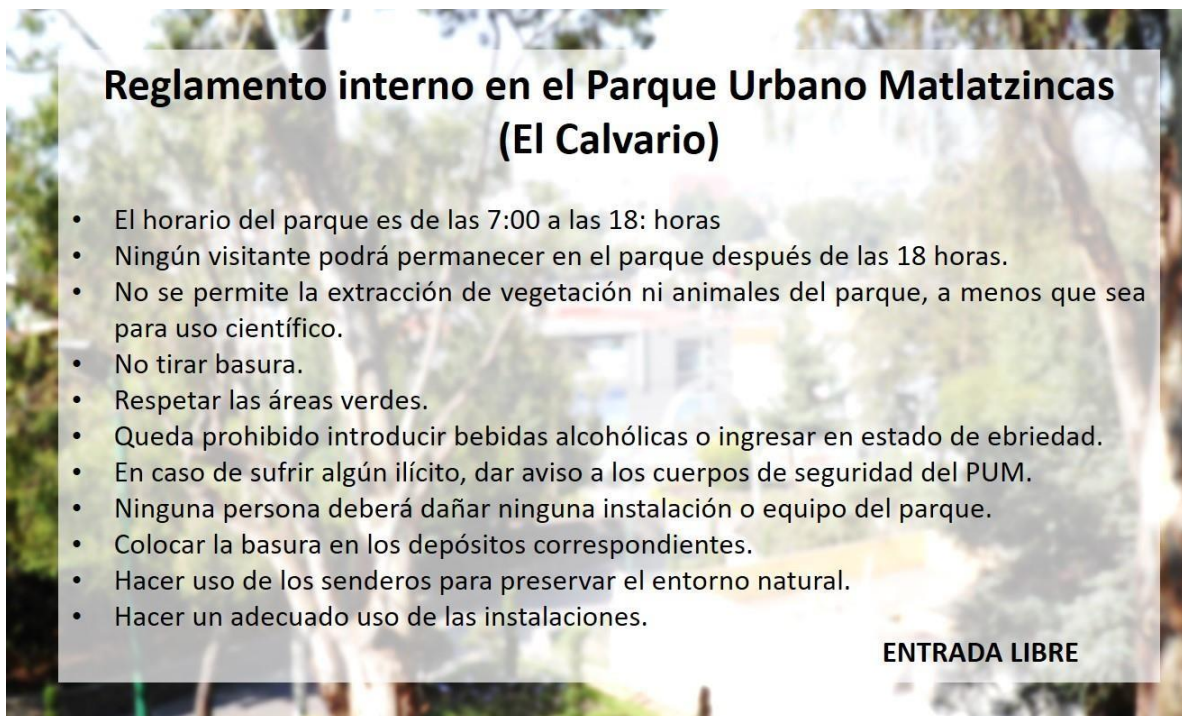
No maltrate áreas verdes



No maltrate las Áreas Verdes

Fuente: Fuentes (S/F)

## Propuesta de reglamento interno del PUM



### Reglamento interno en el Parque Urbano Matlazincas (El Calvario)

- El horario del parque es de las 7:00 a las 18: horas
- Ningún visitante podrá permanecer en el parque después de las 18 horas.
- No se permite la extracción de vegetación ni animales del parque, a menos que sea para uso científico.
- No tirar basura.
- Respetar las áreas verdes.
- Queda prohibido introducir bebidas alcohólicas o ingresar en estado de ebriedad.
- En caso de sufrir algún ilícito, dar aviso a los cuerpos de seguridad del PUM.
- Ninguna persona deberá dañar ninguna instalación o equipo del parque.
- Colocar la basura en los depósitos correspondientes.
- Hacer uso de los senderos para preservar el entorno natural.
- Hacer un adecuado uso de las instalaciones.

**ENTRADA LIBRE**



Fuente: elaboración propia (2019)



