



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

Calidad, funcionalidad y
accesibilidad de las áreas verdes de
la ciudad de Morelia, Michoacán

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

Luis Fernando Lara López

**DIRECTORES DE TESIS: M.C. Alejandra Patricia Larrazábal
de la Vía
Dr. José Antonio Vieyra Medrano**

MORELIA, MICHOACÁN

Diciembre, 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

Calidad, funcionalidad y
accesibilidad de las áreas verdes de
la ciudad de Morelia, Michoacán

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

Luis Fernando Lara López

**DIRECTORES DE TESIS: M.C. Alejandra Patricia Larrazábal
de la Vía
Dr. José Antonio Vieyra Medrano**

MORELIA, MICHOACÁN

Diciembre, 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR, UNAM
PRESENTE.

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, celebrada el día 13 de noviembre del 2012, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el Examen Profesional del alumno **LUIS FERNANDO LARA LÓPEZ** con número de cuenta **306112908**, con la tesis titulada: "**Calidad, funcionalidad y accesibilidad de las áreas verdes de la ciudad de Morelia, Michoacán**" bajo la dirección de la Tutora.- **M. en C. Alejandra Patricia Larrazábal de la Vía**

Presidente: Dr. José Antonio Vieyra Medrano
Vocal: Dr. José de Jesús Alfonso Fuentes Junco
Secretario: M. en C. Alejandra Patricia Larrazábal de la Vía
Suplente: M. en C. Luis Miguel Morales Manilla
Suplente: Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Morelia, Michoacán a, 26 de noviembre del 2012.


DRA. EK DEL VAL DE GORTARI
COORDINADORA

CAMPUS MORELIA

Apartado Postal 27-3 (Santa Ma. De Guádo), 58090, Morelia, Michoacán
Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta
58190, Morelia, Michoacán, México. Tel: (443)322.38.05 y (55)56.23.28.05
www.eneb.morelia.unam.mx

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es fruto de mi formación recibida en la Licenciatura en Ciencias Ambientales (LCA), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Mi más sincero agradecimiento al cuerpo de profesores, ayudantes y el personal administrativo, que contribuyen día a día con horas extra de trabajo a la creación de profesionales con ideas novedosas y razonamiento crítico. De la misma forma, agradezco al pueblo de México, quien a través de sus impuestos, la UNAM pudo financiar las actividades escolares durante mi formación universitaria.

Agradecimiento del apoyo económico recibido del proyecto "*Precariedad social en la periferia urbana de Morelia, Michoacán*" (clave de proyecto SNI1 – 2009 – 118361), del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Agradecimiento del apoyo económico a través de "Becas Tesis para la transferencia de conocimientos y tecnologías" del Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán (CECTI) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)(clave BEC-TES/236).

Agradecimiento especial a los Miembros del Jurado de Examen Profesional: Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero, M.C. Luis Miguel Morales Manilla, , Dr. José Antonio Vieyra Medrano, M.C. Alejandra Patricia Larrazábal de la Vía y Dr. José de Jesús Fuentes Junco, quienes con su tiempo y valiosas observaciones ayudaron a fortalecer el trabajo de tesis que aquí se presenta.

Agradecimiento a la Dirección de Patrimonio del Municipio de Morelia y a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Michoacán, por la información y orientación proporcionada para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS GENERALES

A mis asesores, Alejandra Patricia Larrazábal de la Vía y José Antonio Vieyra Medrano, quienes a través de su orientación, conocimiento y apoyo me han permitido obtener una formación más sólida para enfrentar los retos de mi carrera.

A mis padres, quienes han sostenido económica y moralmente mis estudios, y que culminan con mi preparación universitaria. Gracias por confiar en mis decisiones y en mi capacidad, son ustedes el mejor ejemplo y mi inspiración.

Un agradecimiento con mucho cariño a Adriana Carolina Flores Díaz, Raquel González García, Susana Maza Villalobos Méndez y Luis Fernando Gopar Merino por su valioso apoyo, confianza e incondicional ayuda, en todo momento y ante los momentos mas oscuros de la tesis. Los consejos, sus oídos y su experiencia, además de los momentos de risas, los llevaré en mi mente y mi corazón.

A Alejandro Rebollar Villagómez y Dolores Rodríguez Guzmán por su enorme apoyo desde el inicio y hasta el final de mi licenciatura, en quienes encontré grandes amigos entrañables. Aprecio muchísimo su compañía y guía que recibí, y les agradezco haberme abierto las puertas para conocer las grandes personas que son.

Un afectuoso reconocimiento y agradecimiento a Adriana Carolina Flores Díaz, quién fue la sexta sinodal de este trabajo, a través e sus revisiones y aportaciones tan valiosas, y de quien aprendí muchísimo. Gracias por ser mi amiga y compañera de trabajo en estos últimos años.

Agradecimiento especial y afectuoso a Luis Fernando Gopar Merino, Martha Lucía Castañeda Cediél, Gabriela Cuevas García, Ernesto Vicente Vega Peña y Adriana Carolina Flores Díaz por su apoyo técnico para el análisis y procesamiento de la información de este trabajo.

Agradecimiento a Raquel González García y Heberto Ferreira Medina, por su ayuda y tiempo proporcionado para la instalación de software y asesoramiento técnico informático.

Agradecimiento especial al Arquitecto Juan Pablo Loza Andrade, su ayuda y consejos fueron esenciales para la realización de este trabajo. También le agradezco su apoyo para la adquisición de la beca que apoyó mis estudios. En usted encontré un ejemplo de funcionarios comprometidos con su país, dejando de lado la burocracia y poniendo en frente el bien común.

Resumen

Las áreas verdes urbanas (AVU), esenciales para el bienestar de la población urbana, tienen un amplio reconocimiento sobre su funcionalidad asociada e impacto en el ambiente urbano. Sin embargo, estos espacios han sufrido una constante disminución de su superficie desde la segunda mitad del siglo XX, relacionado con el crecimiento poblacional y urbano. Así mismo, las condiciones ambientales de las ciudades han declinado la capacidad de las AVU para proveer servicios ambientales. La ciudad de Morelia presenta un marcado proceso de expansión e intensificación urbana, y la información del municipio indica un déficit actual de AVU. Sin embargo, la información anterior y la existente sobre el tema no reconoce detalladamente el estado, las funciones y la dotación de las mismas. Ante esta perspectiva, el presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar el estado general de las AVU de la ciudad de Morelia, Michoacán, frente a los procesos de urbanización y crecimiento urbano. Se realizó una evaluación de su calidad, integridad funcional y accesibilidad para la población. Para la evaluación de la calidad de las AVU, se realizó una ponderación de variables (espacio, tranquilidad, vegetación, instalaciones, cultura e historia) para determinar el estado funcional individual. Se utilizó un índice de calidad compuesto por información cualitativa (observaciones de las verificaciones) y cuantitativa (índices de vegetación). Por su parte, la evaluación de la integridad funcional utilizó métricas que indican patrones espaciales que influyen sobre procesos ecológicos (índice del tamaño de forma, media del tamaño del parche, área de la clase, densidad de parches, número de parches y media del vecino más cercano). Los resultados de las métricas fueron integrados a un Índice de fragmentación para apreciar el patrón espacial de las AVU y su pérdida de funcionalidad. Así mismo, se evaluó la conectividad para identificar zonas críticas para la creación de AVU. Por otra parte, en el cálculo de accesibilidad se utilizaron áreas de amortiguamiento de 100, 200 y 300 metros, las Áreas Geoestadísticas Básicas caracterizadas por nivel de precariedad y las Manzanas de INEGI de la zona de estudio como unidades de origen. En términos de calidad, los resultados mostraron que el 41.7% de las AVU son de mala calidad, mientras que las AVU en estados de calidad deseable representan el 6.4%. El patrón espacial de la calidad de AVU respecto los contornos de crecimiento urbano, presenta un gradiente de calidad de mayor a menor desde la parte central de la ciudad a la periferia exterior. En este sentido, se señala que las condiciones económicas de la población y la forma en que se presentaron los procesos de crecimiento urbano podrían estar determinando este patrón. Además, a través del Índice de Vegetación de Diferencias Normalizadas (NDVI) y el Índice de verdor, se observó que la vegetación podría estar sometida a condiciones de estrés y reducción de la diversidad, determinado por las condiciones ambientales, régimen de manejo, diseño del AVU, uso y mantenimiento del área, aislamiento extremo así como por las especies vegetales seleccionadas. Por otra parte, la evaluación de la integración funcional ecológica del conjunto de AVU mostró patrones ecológicos espaciales

negativos, expresado en el valor de los índices. Los resultados señalarían que la conectividad, forma y densidad de las AVU podrían afectar negativamente procesos ecológicos. Además, las AVU se encuentran bajo procesos de fragmentación, lo cual afecta la funcionalidad del total de la infraestructura verde. La pérdida de funcionalidad, también expresada en el patrón de conectividad, fue mas severa en el área central con un gradiente de mejora hacia la periferia si se conservan los terrenos baldíos como potenciales AVU. Finalmente, se encontró que la accesibilidad potencial a AVU representa un 40.3%, mientras que la accesibilidad actual representa el 27.96% de la población total de estudio. Se encontró que una mejor accesibilidad, atención y planeación de las AVU están relacionados con las condiciones socio-económicas de la población, corroborando que la abundancia de AVU funcionales es mayor en áreas centrales y en zonas de menor precariedad. Los resultados señalan una mala distribución de las AVU que componen la ciudad, beneficiando a la población con mayores recursos económicos. El conjunto de resultados de las tres evaluaciones reconoce un patrón negativo en la calidad, integridad funcionalidad y accesibilidad de las AVU de la ciudad de Morelia. Lo anterior plantea la necesidad urgente de revisión del marco legal y político que determinan el diseño y mantenimiento de las AVU. Se sugiere incorporar el modelo de red verde a la política de AVU, para encaminar la infraestructura verde urbana a un nuevo modelo de planeación que integre estas áreas a una unidad funcional, compleja e independiente.

Abstract

Urban green areas (AVUs), which are essential to the well-being of urban inhabitants, it is recognize that their spaces have suffered a constant decrease of area in the second half of the twentieth century, generally because of urban areal and population growth. These factors have impaired AVUs ability to provide environmental services. Morelia, Michoacán displays a marked urban expansion and intensification, municipal information indicates shortage of AVU. However, the last and available information does not specify the state, function, and endowment of these areas. This work characterized the general state of Morelia's AVUs in response to urban expansion and intensification. Used a weighing of variables (space, vegetation state, cultural and historic value, facilities and noise) to determine functional status, was made a quality index based on qualitative (observations) and quantitative (vegetation indexes) information of each AVU. Assessment of functional integration used metrics that indicate spatial patterns that affect ecological processes (mean size index, mean patch size, class area, patch density, number of patch, and mean near neighbor). The landscape metrics were integrated in a fragmentation index to show the spatial patterns of AVU and functionality loss. Connectivity was also assessed to identify critical areas for the creation of AVUs. Accessibility estimates used buffer areas of 100, 200, and 300 meters, basic

geostatistical areas characterized by precariousness level, and INEGI blocks of the study area as home units. The quality assessment showed that 41.7% of AVUs are of poor quality, and 6.4% of AVUs were considered desirable. Examination of the quality over urban growth counters indicated a gradient of high to low quality from the city's central part to the outer periphery. This gradient can be attributed to the population's economic conditions and the urban growth process. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the greenness index indicated that vegetation may be under severe stress and losing biodiversity, determined by environmental conditions, management system, AVU design, use and maintenance of the area, extreme isolation, and vegetal species selected. Assessment of AVUs functional integration showed deleterious spatial patterns, expressed in the index values. Connectivity, shape, and density may affect negatively ecological process. Also was found the fragmentation AVUs that has an impact on the functionality of the entire green infrastructure. The loss functionality, expressed in the connectivity pattern, was more severe in the central part with a gradient of improvement toward the periphery, where the brown fields are retained as potential AVUs. The accessibility assessment found a potential accessibility to green spaces of 40.3%, while the current accessibility represents 27.96% of the study population. High levels of accessibility, care, and planning of AVU are related with socio-economic conditions of the population, confirming that abundance of functional AVU is higher in central areas and zones of low precarious. The outcomes from the three assessment points recognized a negative pattern in the quality, functionality, and accessibility of the Morelia's AVUs. This highlights the urgent need for revision in the legal and political framework that determines the design and maintenance of AVUs. We suggest adding the green-red model to AVUs policy, routing the urban green infrastructure to a new planning model that integrate these areas to a functional, complex and independent unity.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Objetivos y preguntas de investigación.....	2
Perspectiva metodológica.....	3
CAPÍTULO I. La funcionalidad ambiental de las áreas verdes urbanas.....	4
1.1 Caracterización del concepto área verde.....	4
1.2 Tipologías para organizar la infraestructura verde.....	7
1.2.1 Aplicación de tipologías para la evaluación de áreas verdes.....	9
1.2.2 Tipo de propiedad de las áreas verdes.....	11
1.3 Reconocimiento multidisciplinario de la importancia de las áreas verdes.....	11
1.3.1 Social.....	11
<i>Impulso de la cohesión social por áreas verdes.....</i>	<i>12</i>
<i>Cultura e identidad.....</i>	<i>13</i>
1.3.2 Económico.....	14
<i>Valoración contingente.....</i>	<i>15</i>
<i>Valoración desde el enfoque de servicios ambientales.....</i>	<i>15</i>
<i>Precios hedónicos.....</i>	<i>16</i>
1.3.3 Salud.....	17
<i>Salud física por uso activo de áreas verdes.....</i>	<i>17</i>
<i>Salud mental por uso o influencia pasiva de áreas verdes.....</i>	<i>18</i>
1.3.4 Ecológico.....	19
<i>Ecosistemas urbanos.....</i>	<i>19</i>
<i>Dinámica ecológica de las áreas verdes.....</i>	<i>20</i>
<i>El modelo funcional de la red verde.....</i>	<i>21</i>
<i>Impactos ecológicos de la urbanización y el papel de las áreas verdes.....</i>	<i>22</i>
1.3.5 Planeación.....	23
<i>Modelos de planeación para mejorar el estado de las áreas verdes.....</i>	<i>25</i>
<i>Problemas actuales alrededor de las áreas verdes.....</i>	<i>26</i>
<i>El enfoque de la ecología de paisaje para integrar la infraestructura verde urbana.....</i>	<i>27</i>
<i>Relación de la dinámica de parches y el modelo de red verde.....</i>	<i>28</i>
<i>Retos.....</i>	<i>29</i>

1.4 La sostenibilidad urbana y las áreas verdes.....	31
1.5 Servicios ambientales y áreas verdes.....	32
1.5.1 Escalas de provisión de servicios ambientales.....	34
1.5.2 Tipos de servicios ambientales provistos por áreas verdes.....	35
Servicios de regulación.....	35
<i>Regulación micro-climática.....</i>	<i>35</i>
<i>Regulación de contaminantes atmosféricos: filtración y reciclaje.....</i>	<i>36</i>
<i>Reducción del ruido.....</i>	<i>37</i>
<i>Regulación e infiltración del agua pluvial.....</i>	<i>37</i>
<i>Áreas de refugio y hábitats para la vida silvestre.....</i>	<i>38</i>
<i>Depuración de aguas y sedimentos.....</i>	<i>38</i>
Servicios culturales.....	38
<i>Recreación/culturales.....</i>	<i>38</i>
1.5.3 Relación entre servicios ambientales y la dinámica de parches.....	39
1.5.4 Diservicios.....	40
1.6 Indicadores para la evaluación de la accesibilidad de las áreas verdes.....	40
1.6.1 Importancia de la accesibilidad en las áreas verdes.....	40
1.6.2 Medidas de accesibilidad.....	41
1.6.3 Estándares de superficie y cantidad de áreas verdes.....	42
1.6.4 Estándares de distancia máxima.....	44
1.6.5 Integración de estándares cuantitativos y cualitativos para la evaluación de accesibilidad a áreas verdes.....	45
1.6.6 La precariedad como indicador socio-económico de accesibilidad.....	47
1.7 Conclusiones generales del Capítulo I.....	48
CAPÍTULO II. El rostro de las áreas verdes frente a la degradación ambiental de sus centros urbanos.....	49
2.1 Estado de la población mundial y el crecimiento urbano.....	49
2.2 El crecimiento urbano en América Latina.....	49
2.2.1 Las ciudades intermedias dentro de los procesos de urbanización en América Latina.....	50
2.3 La transformación de los centros urbanos en México.....	51
2.4 El crecimiento urbano de la ciudad de Morelia.....	53
2.5 Principales impactos ambientales del crecimiento urbano.....	56
2.5.1 Consecuencias de la urbanización sobre las áreas verdes.....	57
2.6 Indicadores del estado actual de las áreas verdes de la ciudad de Morelia.....	59

2.6.1 Marco legal de las áreas verdes de Morelia.....	60
2.6.2 Indicadores cuantitativos del área verde de Morelia.....	63
2.6.3 La política actual de áreas verdes en el Municipio de Morelia.....	65
2.7 Conclusiones generales del Capítulo II.....	66

CAPÍTULO III. Evaluación de las áreas verdes de la ciudad de Morelia.....68

3.1 Características de la zona de estudio.....	68
3.2 Descripción general de la metodología aplicada.....	69
3.3 Identificación y selección de la muestra de áreas verdes.....	70
3.4 Descripción y organización de la funcionalidad de las áreas verdes.....	76
3.5 Evaluación de la calidad de las áreas verdes.....	78
3.5.1 Evaluación del estado de la vegetación.....	82
3.5.2 Cálculo del Índice Integrado del estado de la vegetación.....	82
3.6 Evaluación de la integración funcional de las áreas verdes a través del enfoque de la ecología del paisaje.....	83
3.6.1 Cálculo del Índice de fragmentación de las áreas verdes.....	85
3.6.2 Evaluación de la conectividad de las áreas verdes.....	86
3.6.3 Reconocimiento de patrones ecológicos como indicadores de valores de costo.....	87
3.6.4 Modelación de la conectividad de las áreas verdes	87
3.7 Evaluación de la accesibilidad a las áreas verdes.....	89
3.7.1 Unidades de información.....	89
3.7.2 Modelación de la accesibilidad.....	90
3.7.3 Modelación de la accesibilidad por nivel de marginación y contornos urbanos.....	90
3.8 Conclusiones generales del Capítulo III.....	91

CAPÍTULO IV. Diagnóstico del estado de las áreas verdes de Morelia.....93

4.1 Composición de las áreas verdes urbanas de Morelia.....	93
4.2 Calidad de las áreas verdes, aproximación de su estado actual.....	95
4.2.1 Factores que influyen en el estado de las áreas verdes.....	96
4.2.2 Influencia del desarrollo histórico de la ciudad sobre la calidad de las áreas verdes.....	99

4.2.3 Descripción del posible estado de la vegetación de las áreas verdes.....	102
4.2.4 Vegetación en estado óptimo al interior de las áreas verdes.....	105
4.2.5 Índice integrado de vegetación de las áreas verdes.....	107
4.2.6 Relación del estado socio-económico de las áreas verdes y el estado de la vegetación.....	109
4.3 Integridad funcional de las áreas verdes.....	110
4.3.1 Forma de las áreas verdes.....	110
4.3.2 Densidad de áreas verdes.....	114
4.3.3 Conectividad de las áreas verdes.....	117
4.3.4 Fragmentación de las áreas verdes.....	118
4.3.5 Aplicación del modelo de conectividad para identificar áreas con prioridad de conservación como áreas verdes.....	119
4.4 Accesibilidad de las áreas verdes.....	122
4.4.1 Accesibilidad potencial a las áreas verdes.....	122
4.4.2 Accesibilidad actual a las áreas verdes.....	127
4.4.3 Identificación de colonias con el mayor número de áreas verdes.....	128
4.4.4 Cantidad y calidad de las áreas verdes en relación a la precariedad urbana.....	133
4.4.5 Accesibilidad a las áreas verdes en las zonas de precariedad urbana.....	137
4.4.6 Relación de la accesibilidad a las áreas verdes y la precariedad urbana.....	138
4.4.7 Accesibilidad de la población urbana a las áreas verdes por niveles de precariedad y los contornos urbanos.....	140
CAPÍTULO V. Conclusiones y reflexiones finales.....	143
5.1 Valoración final de los factores que influyen en el estado actual de la calidad de las áreas verdes.....	143
5.2 Descripción de patrones espaciales que afectan la integridad ecológica de las áreas verdes.....	145
5.3 Accesibilidad a áreas verdes y su relación con factores socio-económicos.....	146
5.4 Reflexiones finales.....	148
Bibliografía.....	150
Anexos.....	161

Para mis padres, siendo este trabajo el fruto de su esfuerzo, cariño y apoyo.

Los quiero.

Introducción

Las áreas verdes urbanas representan elementos que mejoran la calidad de vida y ambiental en las ciudades (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). Sin embargo, las tendencias actuales de urbanización y crecimiento poblacional han afectado los servicios ambientales que recibimos de estos espacios y elevado su demanda (Bai *et al.*, 2005). Por lo anterior, la funcionalidad de estas áreas se ha propuesto como una estrategia para abatir las consecuencias negativas del avance e intensificación de la mancha urbana (Mahmoud y El-Sayed, 2011). En este sentido, diversos estudios han señalado la importancia de conocer la calidad, funcionalidad y accesibilidad de las áreas verdes para continuar aprovechando dichos servicios y mejorar el bienestar de la población urbana.

En términos de la calidad de las áreas verdes, la evaluación de los elementos que las configuran permitiría reconocer la funcionalidad individual y el estado del área. Los rasgos identificados señalarían estrategias para su mejora, a través de cambios en los criterios de diseño y mantenimiento que están determinando su calidad funcional (Van Herzele y Wiedemann, 2003). En éste sentido, un índice de calidad indicaría las áreas con necesidad de atención y las acciones para su mejora.

Por otra parte, la integridad de las áreas verdes no solo depende de su dinámica interna, ya que se ha visto que su relación con otras áreas puede influir sobre su estado y funcionalidad. De éste modo, el modelo de red verde se ha propuesto como el ideal de configuración estructural que mantienen relacionadas el conjunto de áreas verdes urbanas (Jim y Chen, 2003). Lo anterior permitiría el intercambio de flujos de materia y energía entre áreas verdes internas y con los ecosistemas más conservados que rodean a las ciudades (Li *et al.*, 2005). En éste sentido, el enfoque de paisaje se ha propuesto como una forma eficiente de orientar las áreas verdes a un modelo funcional, que permita integrarlas y mantenerlas en el tiempo (Mahmoud y El-Sayed, 2011).

Además del conocimiento de las características que influyen sobre el estado y la funcionalidad de las áreas verdes, la noción de accesibilidad representa un enfoque antropocéntrico para asegurar que la cantidad de área verde es equitativa para la población. Aunado a lo anterior, el conocimiento de la proporción de la población beneficiada por los servicios ambientales de las áreas verdes constituye una forma práctica de juzgar como ha sido la planeación de estos espacios (DTLR, 2002; Bell *et al.*, 2008). Por lo tanto, el aseguramiento de la dotación de áreas verdes cercanas a los hogares de la población urbana no solo afecta su calidad de vida, también mejora la condición de estas áreas en el área urbana.

Con base en lo anterior, el presente buscó conocer el estado de las áreas verdes, evaluando la calidad, integración funcional y accesibilidad. La estructura de la tesis se desarrolló de acuerdo a estos tres temas, con la intención de generar información que determinen la condición actual general de las áreas verdes, y propuestas específicas para mejorar su manejo y diseño actual.

Planteamiento del problema

Las ciudades intermedias se perfilan como los centros urbanos con mayor crecimiento poblacional y urbano en las siguientes décadas (ONU–UNFPA, 2012). La ciudad de Morelia continúa expandiéndose y aumentando su población, por lo cual la planeación temprana se vuelve crítica para evitar la carencia de elementos básicos, como los son las áreas verdes, asegurando su dotación en todo el espacio urbano (PDM, 2012). La información disponible sobre la condición de las áreas verdes de la ciudad de Morelia no ha permitido identificar claramente la composición, estado, funcionalidad en el paisaje urbano y nivel de acceso. Por lo anterior, el presente trabajo abordó un estudio las áreas verdes de la ciudad de Morelia, como un estudio de caso para comprender mejor las relaciones entre el estado de estas áreas, su configuración espacial y la accesibilidad para la población urbana. La comprensión de estos factores permitiría mejorar la planeación de estos espacios, a través del reconocimiento de la infraestructura verde urbana para configurar redes verdes funcionales que mejoren su diseño y condición.

Objetivos y preguntas de investigación

Ante la falta de información detallada que permita conocer el estado de las áreas verdes e influir en su planeación, considerando las tendencias urbanas actuales, la pregunta de investigación de éste trabajo fue ¿cuál es la condición actual de las áreas verdes de la ciudad de Morelia ante el acelerado crecimiento urbano y poblacional? Para responder esta pregunta se planteo como objetivo caracterizar el estado general de las áreas verdes de la ciudad de Morelia, Michoacán, en relación a su calidad, integración funcional y nivel de accesibilidad para la población.

Las preguntas específicas para abordar el objetivo de investigación fueron los siguientes:

- Calidad

¿Qué funciones cumplen las áreas verdes en el espacio urbano?

¿Qué rasgos determinan la funcionalidad de las áreas verdes?

- Integridad funcional

¿Cómo influyen los patrones espaciales en la integridad funcional de las áreas verdes?

- Accesibilidad

¿Cuál es la relación entre el espacio urbano, la precariedad y la accesibilidad a áreas verdes?

Para responder las preguntas se conformaron los siguientes **objetivos particulares** que se muestran a continuación.

- Calidad

Reconocer las funciones de las áreas verdes que están relacionadas con los indicadores cuantitativos y cualitativos de calidad, en cuanto a su estructura interna y externa.

- Integridad funcional

Evaluar los patrones espaciales que influyen en la integridad funcional de las áreas verdes.

- Accesibilidad

Determinar el nivel de accesibilidad física de la población urbana a las áreas verdes en relación a su nivel socio-económico y localización urbana.

Perspectiva metodológica

La caracterización del estado de las áreas verdes se basó en una extensa revisión bibliográfica, con la que se construyó un análisis compuesto por tres sub-evaluaciones: la calidad, la integridad funcional y la accesibilidad de las áreas verdes. La calidad de las áreas verdes se determinó a través de una ponderación de parámetros identificados en la literatura, orientados a conocer su estado general y su posible contribución de servicios ambientales. La integridad funcional se basó en la perspectiva de la ecología del paisaje, utilizando métricas para apreciar patrones espaciales que influyen sobre funciones ecológicas, así como para conocer el grado de fragmentación de las áreas verdes. A la par, se evaluó la conectividad de las áreas verdes de estudio para determinar las zonas con mayor dificultad de movilidad para la vida silvestre, identificando áreas con deficiencia de estos espacios y sitios potenciales de ser convertidos a nuevas áreas verdes. El análisis de la accesibilidad determinó la proporción de la población urbana con áreas verdes cercanas a sus hogares, reconociendo en términos absolutos la población urbana que se ve beneficiada por estos espacios. A su vez, utilizando información de precariedad urbana, se verificaron los sectores sociales de la ciudad que se ven favorecidos por la presencia de áreas verdes.

De esta forma, los tres componentes de evaluación que son calidad, integridad funcional y accesibilidad, determinan la condición de las áreas verdes de la ciudad de Morelia. Del mismo modo, la profundidad del análisis en cada componente permitió identificar elementos que mejoren la planeación de las áreas verdes, su diseño y mantenimiento.

CAPÍTULO I. La funcionalidad ambiental de las áreas verdes urbanas

1.1 Caracterización del concepto área verde

Las áreas, zonas o espacios verdes urbanos (AVU) son elementos de gran importancia dentro del tejido de las ciudades, integran y dan forma a nuestro contexto urbano (León, 2008). Esto ha incentivado a que sean identificadas como bienes fundamentales en la infraestructura urbana, así como rectores en temas ambientales y sociales (Young, 2010). Actualmente, la función o funciones que las AVU tienen asociadas, ha permitido que sean identificadas como elementos fundamentales para mejorar el bienestar de la población urbana, especialmente en grandes ciudades (Reyes y Figueroa, 2010).

El término de área verde tiene un amplio significado, en comparación con otras áreas urbanas, abarcando todos los tipos de áreas naturales y artificiales cubiertas por plantas (Pawliowicz, 2010). Esto ha dificultado una conceptualización generalizada dentro de la planeación, quedando sujeta al criterio de cada administración la definición de área verde. De acuerdo a la revisión bibliográfica, se aprecian diferentes definiciones sobre AVU, de las cuales se destacan las siguientes:

- El espacio verde se refiere al espacio abierto que enfatiza las características naturales y públicas de un espacio (Xu *et al.*, 2011; Barbosa *et al.*, 2007; Ståhle, 2010).
- El suelo no urbanizado suele ser referido como áreas verdes (Smith *et al.*, 2005).
- Para León (2008) se definen como espacios con una cobertura compuesta mayoritariamente por vegetación, las cuales tienen un carácter público, es abierta, libre, colectiva y natural.
- Al hablar de áreas verdes se refiere a todo terreno con vegetación o agua, dentro o adyacentes al área urbana (Bell *et al.*, 2008).
- Las áreas verdes son sitios con vegetación formales o informales, refiriéndose a espacios abiertos, con el potencial de proveer funciones ecológicas (Qureshi, 2010; Ong, 2003).
- Sean públicos o privados son espacios abiertos en áreas urbanas, principalmente cubiertas por vegetación, las cuales directa (recreación activa o pasiva) o indirectamente (influencia hacia el ambiente urbano), están disponibles para los usuarios (URGE Team, 2004, citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).
- Las áreas verdes vistas como espacios públicos, se definen como todos los terrenos y espacios que son accesibles al público, interiores y exteriores (Ståhle, 2010).

- Superficie de terreno de uso público o privado dentro del área urbana o en su periferia, provista de vegetación, jardines, arboledas y edificaciones menores complementarias (CDUEM, 2007).
- Toda superficie que ha sido destinada para conservar la cobertura vegetal natural o inducida, contribuyendo a la infiltración de agua al subsuelo y al mejoramiento paisajístico y ambiental, existiendo diversas categorías al respecto (Reglamento para las áreas verdes de Morelia, 2005).

Las definiciones anteriores varían de acuerdo al enfoque de estudio y las condiciones propias en las que se encuentran las AVU. Sin embargo, es posible apreciar similitudes en el conjunto de las enunciaciones, como lo son: su cobertura vegetal y su carácter de espacio al aire libre y público. El presente trabajo definirá las AVU como grandes espacios públicos urbanos que son accesibles para la población, siendo representadas mayoritariamente por una cubierta de vegetación natural o inducida.

La identificación de los tipos generales de AVU, de acuerdo a su localización e influencia, se reconocen como internas y periféricas. Las áreas verdes internas se encuentran dentro de la densidad de edificios y calles de la ciudad, cubriendo espacios formales (Jim y Chen, 2003). Su localización es determinante, al establecer la facilidad de acceso de la población a estos espacios. Las áreas verdes periféricas coexisten como áreas semi-naturales, complementadas con vegetación dispersa, asociadas a carreteras y localización incidental (ibíd., 2003). Se identifican principalmente en la periferia, aunque varía el contexto urbano. Tienen asociado un carácter de área verde potencial, con la intención de que estas no sean susceptibles a procesos de urbanización.

Un componente principal para entender las AVU es su relación directa con una buena accesibilidad. La accesibilidad se define como la libertad o habilidad de la gente de satisfacer sus necesidades que sostienen su calidad de vida (Lau y Chiu, 2003, citado en Pasaogullari y Doratli, 2004). Esta puede entenderse desde una noción funcional y física, refiriendo a las actividades y la facilidad de llegar a un área verde. Uno de los elementos que afecta notablemente la accesibilidad es el mobiliario al interior de las AVU. La mayoría de las áreas están relacionadas con un tipo de mobiliario, definido desde su diseño para la satisfacción de actividades de la población. Los componentes de dicho mobiliario más comunes son mesas, bancos, baños, juegos infantiles, entre otros. La conjunción de espacios y equipamiento determinan las diferentes actividades que la gente puede realizar en el área verde, o en otras palabras, la accesibilidad del área para realizar diferentes actividades. Algunos otros aspectos que definen la accesibilidad de las AVU es su origen público o privado. Otros elementos que definen la accesibilidad a las AVU son su superficie y su conexión a la red de transporte público (Barbosa *et al.*, 2007).

Las sociedades modernas perciben a las AVU como los últimos remanentes de la naturaleza en áreas urbanas y se asocian con diversas funciones (Kong y

Nakagoshi, 2006). Incluso se les han identificado como elementos de importancia estratégica, al representar plataformas del desarrollo urbano sostenible (Mahmoud y El-Sayed, 2011), siendo parte de las tácticas de regeneración y componentes de construcción del ambiente urbano (León, 2008). El abandono, pérdida y destrucción de las AVU tiende a crear desequilibrios, perdiendo la oportunidad de preservar un ambiente sano, confortable y adecuado para sus habitantes (ibíd., 2008). Los efectos negativos se expresan en la degradación del paisaje urbano, creando un ambiente nocivo y desagradable (ibíd., 2008).

La atención a la insuficiencia de AVU ha sido abordada a través de varios esquemas, mismos que se han desarrollado en algunos países de Europa. Esta política ha representado la base de la planeación de AVU en diferentes ciudades del mundo. Los proyectos más comunes en la literatura se presentan en la siguiente figura (ver figura 1.1).

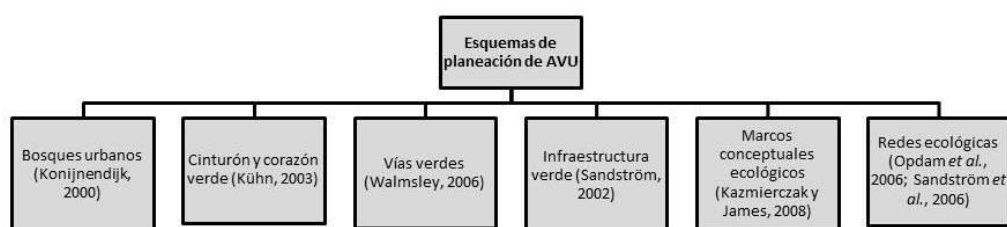


Figura 1.1 Marcos conceptuales para mejorar la planeación de las AVU

Fuente: James, 2009.

Aunque la forma en que se concibe la construcción o mantenimiento de las AVU varía en cada ciudad, se ha concluido que dichos esquemas difieren de acuerdo a las condiciones de las ciudades en que se han desarrollado, y al mismo tiempo explica la diversidad de formas en las que se han adaptado estos espacios en las urbes. El presente trabajo enfocará su análisis dentro del marco de infraestructura verde, el cual ha sido referido en la mayoría de la bibliografía consultada. La infraestructura verde se refiere a todas las AVU de la ciudad, considerándolas como una unidad funcional, compleja e independiente.

La situación de las AVU ante el acelerado crecimiento de las ciudades trasciende su papel histórico, reconociendo su papel fundamental en la mejora de la calidad ambiental, habitabilidad y sostenibilidad de nuestros pueblos y ciudades (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). También proveen muchas contribuciones a la vida social y económica (cohesión social e incremento del valor de propiedades por decir algunas), así como para la ecología local y sistemas de planeación, que en su conjunto determinan la calidad de vida urbana (ibíd., 2009). El conjunto anterior de contribuciones necesita ser reconocida y formar parte de una estrategia de planeación de las ciudades, bajo un marco de inclusión social, salud, sostenibilidad y renovación urbana (ibíd., 2009).

1.2 Tipologías para organizar la infraestructura verde

Las ciudades están caracterizadas por diferentes elementos que componen el mosaico urbano. Áreas residenciales, industriales, franjas periurbanas, áreas comerciales y sitios históricos comparten el suelo urbano con las AVU. La cobertura y composición de estas áreas determinan su complejidad, asociada a la forma y al patrón de las características de diferentes áreas y usos de suelo que componen la ciudad (Davies *et al.*, 2008). El énfasis en la comprensión entre la asociación del área verde y su espacio circundante, ha establecido diferentes formas de identificación de las AVU, comparando sus características e influencia ambiental relativa (ibíd., 2008). Además, la necesidad de entender la variación de los estos espacios en toda el área urbana, se presenta en sus relaciones entre extensión y calidad en el ambiente urbano construido (ibíd., 2008). Esto determina las características propias que comparten las AVU en su diseño y funcionalidad, establecidas a través de tipologías. A continuación revisaremos las diferentes formas de clasificación de las AVU.

Los parques, bosques y tierras de cultivo son las tres principales categorías de áreas verdes, los cuales tienen un significado ecológico, social y económico (Li *et al.*, 2005). A su vez, existen subcategorías de la categoría de parques, la cual se divide en parques, plazas y jardines (Jim y Chen, 2003). Anteriormente estas áreas eran consideradas como lugares turísticos. Sin embargo, la degradación ambiental de las urbes, su importancia se ha incrementado dentro de la mancha urbana. Este reconocimiento también ha incluido a reservas ecológicas y avenidas arboladas como AVU (Xu *et al.*, 2011). Los áreas se diferencian de acuerdo a su tamaño y el tipo de equipamiento asociado principalmente (ver tabla 1.1). Aunque también influye de forma importante en su caracterización el tipo y cantidad de vegetación presente, lo cual habla del manejo asociado.

Tabla 1.1 Principales categorías de AVU y sus dimensiones en Nanjing, China

Tipos principales de AVU	Categoría de espacio verde	Área (ha)
Parques	Parque	100-300 / 1-1003
	Plaza	0.1-7
	Jardín	0.2-2 / <0.2
Bosques		
Tierras de cultivo	Zonas de protección agrícola	*

Fuente: Jim y Chen, 2003.

Nota: * sin dato.

Las categorías anteriores han sido utilizadas en diferentes estudios, identificando la contribución de los beneficios asociados a ciertas AVU, y reconociendo espacios que no eran considerados como tales. Algunas áreas urbanas naturales son consideradas como AVU e incluyen cuerpos de agua, praderas y humedales (Xu *et al.*, 2011; Bai *et al.*, 2005; Bell *et al.*, 2008). Otro estudio, con una clasificación similar incluye dentro de la caracterización de estos espacios manejados a cementerios, jardines de construcciones públicas y áreas con derecho de vía de paso (Young, 2010). Otras AVU reconocidas son campos deportivos, terrenos abandonados, bordes de carreteras y ferrocarriles; orillas de ríos y asignaciones (Smith, *et al.*, 2005; Davies, *et al.*, 2008). El reconocimiento de la diversidad de AVU, representa el interés sobre la identificación de la infraestructura verde a través de su funcionalidad, con la intención de mejorar su conectividad e insertándolo al esquema de redes verdes.

Una forma de identificar la funcionalidad de las AVU es a través de su mantenimiento o manejo. Bajo este esquema, se ha definido la siguiente tipología, asociando a cada tipo de área verde las funciones que cumple en el área urbana (ver tabla 1.2).

Tabla 1.2 Características y funciones de las categorías generales de las AVU

Categoría de área verde	Características
Áreas naturales	De acceso limitado y resguardan especies nativas.
Áreas semi-naturales	Cubiertas por una cobertura vegetal que emula la original, mejorando la estética del paisaje.
Vías verdes	Corredores lineares desarrollados sobre infraestructura vial existente.
Paisajes urbanos reverdecidos	Calles abiertas por árboles.
Jardines comunitarios	Representados por pequeñas áreas con vegetación de carácter público.
Jardines comunitarios patio-jardín	De carácter privado, proveen y resguardan importantes elementos de la vegetación.

Fuente: Randall *et al.* (2003).

La categorización anterior permite identificar la funcionalidad de las AVU, reconociendo sus diferencias y características propias. Este reconocimiento permite apreciar la complejidad de la integración de los espacios que conforman la infraestructura verde urbana, delineando formas de diseño y manejo dirigidas a cada tipo. A continuación revisaremos brevemente algunos ejemplos de modelos de evaluación de las AVU que adaptaron las categorías revisadas.

1.2.1 Aplicación de tipologías para la evaluación de áreas verdes

Los países que han desarrollado grandes proyectos de construcción de AVU (Inglaterra, España, Alemania, Estados Unidos de Norte América) consolidaron diferentes tipologías de estos espacios, basados en diversos estudios y un amplio análisis de su infraestructura verde. Su intención ha sido construir modelos para la evaluación de accesibilidad a estos espacios. Las tipologías usadas reflejan de forma diferencial el estado de las AVU y su influencia sobre la población circundante.

El modelo de tipología de AVU recomendado por el *Department for Transport, Local Government and the Regions* (DTLR, 2002), fue utilizado para la evaluación de accesibilidad a AVU. Esta clasificación se agrupó en parques y jardines, parques protegidos, áreas naturales y semi-naturales, asignaciones o jardines comunitarios, granjas urbanas, corredores verdes, instalaciones deportivas al aire libre, equipamiento verde, provisión para niños y jóvenes, y por último cementerios (Gorffena, 2002).

Otra clasificación tipológica usada fue la del "*Planning Advice Note 65 (PAN65): planning and open space*", aplicada en evaluaciones relacionadas con impactos a la salud. La tipología reconoció hábitats naturales o semi-naturales, corredores verdes (camino, líneas férreas en desuso, ríos y canales), praderas-parques-jardines, instalaciones y campos deportivos de juego; cementerios, campos adyacentes a la ciudad y sitios abandonados (Adriaensen *et al.*, 2003). Estos sitios son considerados lugares de juego y relajación para la población urbana, siendo componentes clave de las comunidades (Bell *et al.*, 2008). A continuación se presenta una descripción de las categorías de estas AVU (ver tabla 1.3).

Tabla 1.3 Clasificación de las AVU de acuerdo a Planning Advice Note 65

Categoría del PAN65	Descripción
Jardines y parques públicos	Áreas de tierra normalmente encerradas, diseñadas, construidas, manejadas y mantenidas como parques públicos o jardines.
Jardines privados o terrenos	Áreas de tierra normalmente encerradas y asociadas a una casa o institución, y reservadas para uso privado.
Equipamiento verde	Áreas del paisaje que proveen amenidad visual o separan diferentes construcciones o usos de suelo por razones ambientales, visuales o de seguridad.
Espacios de juego para niños y adolescentes	Áreas que proveen seguridad y oportunidades de acceso para el juego de niños, usualmente relacionadas a áreas de vivienda.
Áreas de deporte	Áreas generalmente grandes y planas, con pasto o superficies especiales, usadas principalmente para deportes designados

Corredores verdes	Rutas que incluyen canales, corredores pluviales y vías de ferrocarril en desuso. Relacionan diferentes áreas dentro de un centro o ciudad, como parte de una red de diseño o manejo usado para caminar, montar a bicicleta o a caballo. Permite relacionar centros y ciudades con sus alrededores del campo o parques naturales. También pueden relacionar áreas verdes
Espacios naturales y semi-naturales	Áreas de suelo no urbanizable o suelo urbanizado previamente con los hábitats naturales o residuales que se han plantado o colonizados por la vegetación y la fauna silvestre, incluidos los bosques y zonas de humedales.
Otros espacios verdes funcionales	Asignaciones y cementerios
Espacios cívicos	Plazas, calles y paseos frente al mar, sobre todo de paisajes duros que proporcionan un foco para la actividad peatonal, al hacer conexiones para las personas y para la vida silvestre, donde los árboles y la plantaciones están incluidas.

Fuente: Adriaensen *et al.* (2003).

Nota: Se consideran los tipos generales de AVU que integran la infraestructura verde de las ciudades (PAN65).

La clasificación anterior denota la diversidad de AVU y las múltiples funciones con las que son relacionadas. Las funciones han sido entendidas desde la perspectiva de servicios ambientales, valorando su contribución y categorizando los espacios en diferentes ecosistemas, de acuerdo al manejo o grado de disturbio humano (el grado de disturbio se refiere al nivel de intervención humana en el área)(Bolund y Hunhammar, 1999). La clasificación de las AVU se compone de árboles en las calles, césped y parques; bosques urbanos, tierras de cultivo, humedales y cuerpos de agua (como lagos y arroyos). Los árboles en las calles son independientes, regularmente rodeados por suelo pavimentado. El césped, calles arboladas y parques son áreas manejadas con una mezcla de pastos, árboles grandes y otras plantas. En este grupo se incluyen a campos de recreo y golf. Los terrenos de cultivo y jardines son usados para sembrar algunos alimentos y especies ornamentales. Los humedales consisten en varios tipos de marismas y pantanos. Por último, lagos y arroyos incluyen aguas en áreas abiertas estancadas (incluso corrientes como ríos entran en esta categoría). Otras áreas al interior de la ciudad como vertederos o patios abandonados, también contienen poblaciones significativas de animales y plantas (ibíd., 1999).

Algunos otros estudios clasifican a las AVU de acuerdo al uso que le dan los usuarios. Por ejemplo, la importancia de los jardines puede apreciarse de acuerdo a la funcionalidad de la siguiente tipología: lugares de tiempo libre, lugares para niños, equipamiento de edificios, medios de salud y terapia y jardines de barrios (Ferris *et al.*, 2001, citado por Bell *et al.*, 2008). La clasificación permite apreciar la relación del espacio con los usuarios o con las construcciones aledañas, sin

embargo, su interpretación no siempre es clara para reconocer la complejidad de las áreas.

El conjunto de categorías de las anteriores evaluaciones son esencialmente dependientes de las condiciones de las ciudades, estableciendo parámetros para dotar de cierto tipo de AVU a su población. A su vez permite apreciar la diversidad de estos espacios, reconociendo la relación que mantiene con el espacio circundante y el tipo de personas que accede a estos espacios.

1.2.2 Tipo de propiedad de las áreas verdes

Una característica que debe ser considerada en una primera clasificación de las AVU es el tipo de propiedad, siendo estas públicas o privadas. Las categorías definidas como privadas son áreas de acceso restringido, compuesto en lo general por jardines, parcelas ornamentales y agrícolas, estanques, senderos, patios y construcciones temporales como invernaderos (Loram *et al.*, 2006). Las demás categorías de área verde como plazas, parques, bosques, áreas deportivas y panteones son de carácter público. Las áreas públicas cumplen con una función social crítica en el espacio urbano, al tener una mayor nivel de accesibilidad para la mayoría de la población. Esta característica tiene un impacto determinante sobre la funcionalidad del área, al convertir a estos espacios en centros de actividad pública. Dicha funcionalidad será explicada desde las diferentes perspectivas en los siguientes apartados.

1.3 Reconocimiento multidisciplinario de la importancia de las áreas verdes

1.3.1 Social

Una forma de juzgar la planeación de una ciudad es a través de su capacidad de proveer espacios abiertos para la recreación y apreciación de la belleza natural (Pasaogullari y Doratli, 2004). Estos elementos agregan y determinan la calidad cívica de nuestro mundo, y expresan el valor que le asignamos a la comunidad (Calthorpe, 1993, citado en *ibíd.*, 2004). Además, ayudan a construir la confianza en la gente y aumentar la cohesión social (*ibíd.*, 2004).

Las AVU se integran a la red de espacios públicos (plazas, escuelas, oficinas, centros de consumo y centros cívicos), las cuales han sido concebidos para que se presente algún tipo de interacción social (Madonipour, 1992, citado en *ibíd.*, 2004). El éxito de los espacios públicos se establece en el apoyo de dividendos a la ciudad, orgullo cívico de construcciones, mejora de la calidad estética de la espacios cercanos y su contribución a la calidad de vida (Rogers, 2003, citado en *ibíd.*, 2004).

El crecimiento de la ciudad ha provocado una disminución en el uso y viabilidad de las AVU como centros de actividad y comunicación (*ibíd.*, 2004). La rápida urbanización y el decremento del tiempo de ocio, hace que las personas sean

consientes de la importancia de AVU y la necesidad de vivir en contacto con la naturaleza¹ (Li *et al.*, 2005; Chiesura, 2004; Mahmoud y El-Sayed, 2011). El deseo de AVU se explica por la diversidad de oportunidades en estos espacios para la realización de diferentes actividades, con implicaciones en el estilo de vida (Li *et al.*, 2005; Chiesura, 2004; Mahmoud y El-Sayed, 2011). Por lo tanto, el equipamiento desempeña un papel importante, al tener un efecto sobre la percepción de las personas, reivindicando el concepto de ciudad para sus habitantes, cambiando la percepción de la visión y dimensión del bienestar (Randall *et al.*, 2003).

La importancia de las AVU también ha sido reconocida por los gobiernos, los cuales buscan reducir la brecha entre el hombre y la naturaleza (Kong y Nakagoshi, 2006). Sin embargo, aún con el reconocimiento de su importancia, actualmente representan áreas residuales del rápido crecimiento urbano², siendo necesario comenzar a conectar las AVU a los barrios, espacios públicos y espacios naturales (Pasaogullari y Doratli, 2004).

Impulso de la cohesión social por áreas verdes

La forma general en cómo se percibe el papel de las AVU, es el fomento a la cohesión social e identidad (Newton, 2007, citado en James *et al.*, 2009). Estos elementos son impulsados por las AVU al ser parte del espacio público, promoviendo el sentido de comunidad mediante formas de interacción social (como ocurre en la esfera pública). El acceso a espacios públicos es considerado como un tema clave en términos de las dimensiones físicas de la esfera pública, al impactar en la salud social (Pasaogullari y Doratli, 2004).

Las AVU al tener un papel importante en la mejora de la salud social, se reduce el comportamiento social negativo³, como la agresión y violencia (Heidt y Neef, 2008; Newton, 2007, citado en James *et al.*, 2009). De esta forma, las AVU representan puntos generadores de actividad pública, impactando lugares de alta densidad poblacional, y haciendo los barrios más confortables por beneficios asociados como la relajación y recreación (Heidt y Neef, 2003). El conjunto anterior de relaciones entre el área verde y la comunidad urbana, ha dado pie a identificar a

¹ Las áreas verdes proveen un contacto con la naturaleza, expresado entre otros factores, en el ritmo de cambio de las estaciones: caída de las hojas, florecimiento de plantas y árboles, presencia de aves estacionales. De esta forma, estos espacios proveen una calidad emocional y blandura a la vida de la ciudad, opuesto a la dureza del concreto o pavimento (Heidt y Neef, 2008).

² Otro efecto importante de la urbanización es la segregación social, responsable de tensiones y conflicto, donde los cambios sociales, pérdida de oportunidades de empleo y la orientación del valor crean ghettos (Bell *et al.*, 2008). Sin embargo, estos problemas encuentran en las AVU una plataforma de integración social (Germann-Chiari y Seeland's, 2004, citado en Bell *et al.*, 2008).

³ Ambientes naturales pueden ser vistos como el dominio de la experiencia activa, a la vez que provee un sentido de desafío, privacidad e intimidad, estética y continuidad histórica (Chiesura, 2004). El efecto de estos beneficios expresados en la relación entre AVU y su medio urbano tienen muchos beneficios como la reducción del estrés (Ulrich *et al.*, 1991, citado en James *et al.*, 2009; Chiesura, 2004), recuperación de la atención³ (Kaplan y Kaplan, 1989, citado en James *et al.*, 2009), reducción del comportamiento criminal y antisocial³ (Kuo y Jullivan, 2001, citado en James *et al.*, 2009).

estos espacios como centros de actividad social, lo cual se traduce en el aumento de la integración social (Calthorpe, 1993, citado en Pasaogullari y Doratli, 2004; Kuo *et al.*, 1998, citado en Chiesura, 2004; DTLR, 2002). El fomento de estas funciones denotaría la importancia de constituir redes sociales a partir de AVU, mejorando el bienestar de sus habitantes en toda la ciudad, y descentralizando puntos que ya no pueden soportar toda la población actual⁴ (Barton, 2009).

Las AVU para cumplir con su función de centros de actividad pública deben de satisfacer necesidades específicas, y éstas se encuentran determinadas por la percepción (Dunnett *et al.*, 2001, citado en Gorffena, 2002). La importancia de las diferentes actividades puede variar entre individuos. Sin embargo, en general una buena atención de AVU tiene un efecto positivo en la percepción de las personas para el desarrollo de actividades (Swanwick *et al.*, 2003, citado en Baycan-Levirit y Nijkamo, 2009).

Los beneficios por el desarrollo de actividades en AVU se pueden entender de acuerdo a los diferentes grupos de edad, los cuales tienen diferentes requerimientos y utilizan de forma distinta los espacios (Tahvaneinan *et al.*, 2002, citado en Reyes y Figueroa, 2010; DTLR, 2002). Por ejemplo, se ha visto que la exposición a AVU permite la integración social de personas de la tercera edad, al mantenerlos activos, tranquilos y les permite recordar experiencias (Kneon *et al.*, 1998, citado en Bell *et al.*, 2008). Para los jóvenes representan lugares de encuentro para conocer personas y ser independientes (DTLR, 2002). Los niños encuentran en las AVU lugares de libertad y descubrimiento para hacer deporte, jugar, entre otras actividades recreativas (DTLR, 2002). Los diferentes usos y beneficios representan las razones para proveer diferentes AVU, al favorecer la interacción entre personas de diferentes grupos de edad (Reyes y Figueroa, 2010). Este conjunto de beneficios también representan lineamientos que guían el diseño de la infraestructura verde, encaminándola a redes sociales.

Cultura e identidad

La naturaleza es una característica distintiva para disfrutar las cualidades de las AVU. Algunos elementos que impactan positivamente estos espacios son la seguridad, instalaciones, patrimonio cultural y la vida social de las ciudades (Gorffena, 2002). Estas características favorecen la vida cultural, al promover lugares para festividades locales, celebraciones cívicas y obras teatrales (Baycan-Levirit y Nijkamo, 2009; DTLR, 2002). Lo anterior crea redes sociales, necesarias para el bienestar mental y emocional (Baycan-Levirit y Nijkamo, 2009).

Las contribuciones estéticas de las AVU a la vida urbana son igualmente importantes (James *et al.*, 2009). Además de fomentar la convivencia social,

⁴ La calidad de las redes sociales es afectada por la percepción de seguridad en su localidad y el sentido de pertenencia. También son afectadas por el nivel de tráfico y acceso a servicios (Barton, 2009).

mejoran la imagen de la ciudad y crean un sentido de pertenencia vital para el espíritu de las comunidades (DTLR, 2002). Esto permite que comunidades y barrios tengan un enfoque común que les permita construir relaciones más complejas y sólidas (Barbosa *et al.*, 2007). Dichas relaciones culminan en el reconocimiento de las AVU como espacios públicos con un simbolismo de orgullo cívico, promoviendo la noción de sentido de pertenencia de la comunidad (Pasaogullari y Doratli, 2004).

El impacto de las AVU sobre la calidad local, identidad y carácter de la comunidad puede ser diferenciado en grupos culturales dentro de la ciudad y también entre individuos. Estudios demuestran las preferencias de los habitantes urbanos por las AVU⁵ (James *et al.*, 2009). Entendiendo los diferentes grupos culturales y sub-culturales en las ciudades, se podría determinar el uso de las AVU y permitiría desarrollar sistemas de manejo (Johnston y Shimada, 2003, citado en James *et al.*, 2009). La participación de la población en el diseño, manejo y cuidado de los espacios locales, promueve el orgullo por su ciudad, favoreciendo la valoración y cuidado de las AVU (DTLR, 2002).

1.3.2 Económico

Las AVU tienden a reducir los costos de la expansión urbana, a través de proyectos de inversión relacionados con estos espacios. Los beneficios identificados son la provisión de infraestructura, atracción de inversiones (definición de áreas económicas de la ciudad), aumento del valor de la propiedad, revitalización de las economías locales, impulso del turismo⁶, preservación de tierras de cultivo y salvaguarda de la calidad ambiental en general (Morancho, 2003; Baycan-Levent y Hijkamp, 2009; Chiesura, 2004). La valoración económica de las AVU no es inmediata desde la perspectiva económica, ya que sus servicios son bienes públicos sin un precio en el mercado (Morancho, 2003). La falta de valor expresada en términos monetarios evita que los espacios sean considerados en el análisis económico de las políticas de planeación pública urbana (ibíd., 2003). Como consecuencia, se corre el riesgo de que las AVU estén desprotegidas de mantenimiento y no satisfagan el bienestar social óptimo.

Herramientas económicas se han desarrollado para captar el valor de activos ambientales en unidades monetarias. Algunos métodos calculan el valor indirectamente observado en el comportamiento individual del costo-viaje. Otro método es la valoración contingente⁷, obteniendo el valor de la voluntad de pago

⁵ El carácter de las AVU continua siendo importante en la expresión contemporánea de valores, creencias y tendencias culturales en sociedades urbanas (Thomson, 2009, citado en James *et al.*, 2009).

⁶ El turismo activo es impulsado a través de actividades al aire libre como caminar o andar en bicicleta, creando oportunidades para reuniones y una derrama económica en negocios cercanos (Barton, 2009)

⁷ El valor intangible es objeto de reconocimiento de valoración, al establecer acciones para la protección de las AVU, los cuales conllevan a un gasto económico (Costanza *et al.*, 1997), superando

por parte de la gente para uso y conservación de AVU (ibíd., 2003; Bell *et al.*, 2008; Costanza *et al.*, 1997). Otro enfoque para estimar el valor monetario de un bien ambiental son los precios hedónicos, obtenidos indirectamente por la influencia ejercida del ambiente sobre el precio del mercado de otro bien. Las técnicas de valoración tradicional, como el análisis costo beneficio y la valoración contingente, pueden hacer frente a la valoración ecológica y funciones sociales de las AVU, los cuales son requeridos para fortalecer su papel en torno a la toma de decisiones en comunidades locales (James *et al.*, 2009).

El conjunto de herramientas de valoración económica representan otro tipo de información sobre las AVU, el cual debe ser incorporada en la planeación de las ciudades. La información no solo permite mejorar los beneficios económicos de las AVU, también permiten la comprensión de su relación con otros temas de interés urbano.

Valoración contingente

Los estudios relacionados con la evaluación económica de AVU a través de la valoración contingente, han encontrado una relación en la disposición a pagar cuando se está más cerca de AVU, por los potenciales beneficios que ofrecen (del Salazar y Pau, 2003, citado en Bell *et al.*, 2008; Randall *et al.*, 2003). Las personas con un alto nivel de educación son usuarios de las AVU, y tienen una mayor probabilidad de pagar por inmuebles cercanos a AVU (Huhtala, 2004, citado en Bell *et al.*, 2008). La voluntad a pagar de acuerdo a los anteriores estudios, ha permitido proponer la posibilidad de que el gobierno implemente financiamiento para AVU a partir de estos ingresos, proponiendo la aplicación de nuevos impuestos (Bell *et al.*, 2008).

Valoración desde el enfoque de servicios ambientales

La valoración económica de la funcionalidad de las AVU también se aborda desde el enfoque de servicios ambientales⁸. Su objeto es hacer más eficiente el uso de suelo en zonas urbanas al promover proyectos de infraestructura y conservación de las AVU (Bolund y Hunhammar, 1999). Se ha visto que del total de los beneficios económicos relacionados con las AVU, el 63% corresponde a beneficios ambientales y el 37% restante corresponde al valor de la propiedad (Millward y Sabir, 2011). Las AVU como los bosques son importantes reservorios de bióxido de carbono (CO₂), gas secuestrado y transformado en forma de biomasa foliar y madera. Una

el PIB mundial en un 88% (Howarth y Farber, 2002); el cual se explica por una razón estética o moral que evitarían ser objeto de valoración (Costanza *et al.*, 1997). Aunque incurren en otra forma de valoración expresado en un valor intangible.

⁸ Las estimaciones proveen que el valor de los servicios ambientales es de 33 trillones de dólares anualmente, y la mayoría se encuentra fuera del sistema de mercado. Esto provoca que sean infravalorados al implementar proyectos de construcción, con grandes costos sociales (Costanza *et al.*, 1997).

evaluación con datos de ciudades americanas encontró que los árboles urbanos almacenan 700 millones de toneladas de carbono, servicio valuado en 14,300 millones de dólares, con una tasa bruta de secuestro de 22.8 millones de toneladas de carbono por año (valuado en 460 millones de dólares) (Nowak y Crane, 2002, citad en Millward y Sabir, 2011). Un árbol en un parque puede tener beneficios en ahorro de energía por calefacción y aire acondicionado de 36 dólares por año (Millward y Sabir, 2011). Esto significa un ahorro del 10% al 50% por costos de energía⁹ (Randall *et al.*, 2003). Las propuestas han incluso identificado a las áreas naturales como zonas que potencializan algunos beneficios inusuales, sea el caso de ofrecer productos como madera o frutas, abono y energía, siendo resultado de la producción ecológica urbana¹⁰ (Baycan-Levent y Hijkamp, 2009).

Precios hedónicos

Otras formas de valoración son los estudios de mercado de inmuebles cercanos a AVU. Los resultados mostraron que el precio de un terreno o inmueble se ve afectado por la influencia y los patrones de uso de suelo aledaños (Bell *et al.*, 2008). Aunque el efecto de las características del paisaje sobre un inmueble o terreno es diferente, también depende de la localización del inmueble en el área urbana (Georghehan *et al.*, 1997, citado en Bell *et al.*, 2008). Se ha encontrado que el precio de la vivienda es influenciado significativamente por la presencia de AVU, y dicho valor es mayor conforme disminuye la distancia a zonas con vegetación (Morancho, 2003; Randall *et al.*, 2003). La explicación a esta demanda se encuentra en las características singulares de las AVU (Irwin, 2002, citado en Bell *et al.*, 2008). Su presencia tiende a mejorar la calidad estética de barrios, siendo elementos de exclusividad (Gorffnaf, 2002).

El efecto de la presencia de las AVU sobre el precio de inmuebles ha sugerido que estos espacios tengan una clara relación con la calidad ambiental y alta tecnología, características que le permiten a la ciudad la atracción de trabajadores con conocimiento (personas con alto grado de especialización en algún área), rasgos que son buscados en la elección de vivienda y trabajo (James *et al.*, 2009). A su vez, permite a los municipios obtener beneficios a través de impuestos en zonas o colonias con presencia de estos espacios (Randall *et al.*, 2003). Algunos estudios han encontrado que el financiamiento invertido en AVU regresa de un 5% al 15% sobre el valor invertido, dependiendo del tipo de proyecto (Pickett *et al.*, 1997).

Los estudios anteriores y las técnicas de valoración económica, pueden reflejar desde diferentes perspectivas la importancia de las AVU y los elementos de

⁹ El efecto trascendería sobre empresas generadoras de energía, con una menor demanda y una menor inversión de combustibles fósiles por turbinas generadoras de electricidad.

¹⁰ De la misma forma los espacios naturalizados tienen un beneficio tangible, ya que las técnicas de naturalización reducen el uso de materiales (energía, agua, fertilizantes y pesticidas), permitiendo ahorros en términos de tiempo y costo (Randall *et al.*, 2003).

la ciudad vinculados con sus beneficios. La valoración económica puede conducir positivamente a la evaluación de políticas ambientales que favorezcan su distribución equitativa en la ciudad (Howarth y Farber, 2002). De la misma forma, señalan la contribución de estos espacios a la dinámica económica de la ciudad. Su última contribución se aprecia en la generación de proyectos alrededor vinculados a estos espacios, beneficiando su planeación.

1.3.3 Salud

La salud es definida como un estado de completo bienestar social, mental y físico, y no solamente como la ausencia de enfermedades (WHO, 1948, citado en Tzoulas *et al.*, 2007). Las personas tienen derecho a disfrutar del nivel más alto de salud, lo que determina su relevancia como elemento dentro del desarrollo sostenible, ya que está relacionado con cualquier aspecto de la vida (Barton, 2009). Los beneficios a la salud influenciados por las AVU han sido ampliamente reconocidos. Bell *et al.* (2008) han identificado beneficios relacionados por la presencia de estos espacios, afectando positivamente la salud física, la salud mental y el bienestar de la población. La necesidad de una afiliación con el ambiente natural ha sido expresada con la hipótesis de la biofilia, donde el contacto con la naturaleza es fundamental para el bienestar mental, psicológico y la realización personal (Tzoulas *et al.*, 2007; Harting *et al.*, 1991, citado en Chiesura, 2004).

Salud física por uso activo de áreas verdes

Las AVU ayudan a fomentar estilos de vida activos y pueden representar beneficios reales para la salud (Bell *et al.*, 2008; Barton, 2009). El uso de estos espacios puede ser una forma semi-terapéutica de recreación, ya que permite la relajación y la práctica de algún deporte al aire libre (Chiesura, 2004; Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

La actividad física es afectada por el entorno construido, y no por los factores sociales, económicos y culturales¹¹ (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). Se ha detallado que estar cerca de AVU genera altos niveles de actividad física (Payne *et al.*, 1998, citado en Tzoulas *et al.*, 2007; Chiesura, 2004). Los beneficios se expresan en la reducción de padecimientos, por ejemplo, se ha evaluado que el riesgo de padecer obesidad se reduce en un 40% para las personas que viven cercanos a los espacios¹² (Barton, 2009).

La presencia de AVU también provee espacios seguros para los grupos de edad más vulnerables a enfermedades por el sedentarismo (los niños y ancianos), al contribuir con su desarrollo social, físico y mental (Swanwick *et al.*, 2003, citado en

¹¹ Actividades como el turismo activo, realizadas por los habitantes de la ciudad en las AVU, permite realizar actividades al aire libre, mejorando la condición física de los usuarios (Barton, 2009).

¹² Un estudio demostró que treinta minutos de ejercicio puede reducir riesgos a enfermedades coronarias del corazón (DTLR, 2002).

Baycan-Levent y Nijkamp, 2009; Bell *et al.*, 2008). Un estudio epidemiológico, ha determinado una relación positiva entre la longevidad de personas de la tercera edad y AVU, explicado por el aumento de la actividad física (Takano *et al.*, 2002).

Las AVU tienen un efecto directo en la disminución de enfermedades causadas por factores físicos como la contaminación del aire, ruido y el efecto de isla de calor urbano (Wong y Yu, 2005; Tzoulas *et al.*, 2007). La vegetación es responsable de los beneficios anteriores, debido a sus funciones internas e intercambios de materia y energía con el ambiente. Por ejemplo, los árboles reducen la contaminación del aire, que a su vez disminuye el riesgo de enfermedades respiratorias (Millward y Sabir, 2011). De forma general se ha demostrado que usuarios que visitan frecuentemente los parques o viven en ambientes verdes, reportan menores complicaciones de salud (de Vries *et al.*, 2000, citado en Gorffena, 2002).

La planeación de las AVU deberá considerar los tipos particulares de estos espacios que ofrecen mayor diversidad de usos de suelo y una oportunidad de fomentar estilos de vida activos. Los beneficios de la planeación se traducirán en beneficios reales para la salud de la población urbana.

Salud mental por uso o influencia pasiva de áreas verdes

El contacto con la naturaleza puede contribuir al bienestar mental cuando se encuentra expuesto a AVU (Botkin y Beveridge, 1997, citado en Miller, 2008). Se ha demostrado que ambientes naturales con vegetación y agua, inducen relajación y menos estrés. Esto se comparó con escenarios urbanos sin vegetación, donde se observó que el nivel de estrés aumentó (Schroeder, 1991, citado en Chiesura, 2004; Miller, 2008; Kong y Nakagoshi, 2006; Gorffena, 2002; Ulrich *et al.*, 1991, citado en Bolund y Hunhammar, 1999).

Las funciones cognitivas, como la habilidad para relajarse, es otro de los efectos positivos de la presencia de AVU. En hospitales se ha visto que pacientes que se encuentran en habitaciones con vista hacia un parque, presentan un 10% de recuperación más rápida, y una reducción del 50% en la medicación, comparado con pacientes que tenían de vista la pared de otro edificio (Ulrich, 1994, citado en Bolund y Hunhammar, 1999). Otro estudio reconoció que el aumento de los niveles de actividad física en AVU afecta la habilidad para relajarse (Payne *et al.*, 1998, citado en Tzoulas *et al.*, 2007; Chiesura, 2004). Algunas otras funciones cognitivas beneficiadas son la mejora en habilidades de observación y capacidad de razonar (Ulrich, 1997, citado en Miller, 2008). Este conjunto de beneficios representa la influencia de los elementos naturales sobre la población urbana, en quienes se aprecian grandes niveles de estrés.

Otro componente relacionado con la presencia de AVU en la salud emocional, es el impacto sobre la comodidad de las personas, al proveer condiciones de vida confortables y placenteras en el ambiente urbano. La

comodidad y el sentirse relajado en relación al ambiente físico en áreas densamente pobladas, ha sido identificado a través de las preferencias de la gente¹³ (Heidt y Neef, 2008). Por ejemplo, se ha visto que en Tokio, Japón las personas prefieren vivir en áreas cercanas y accesibles a AVU (Takano *et al.*, 2002).

Los beneficios anteriores sobre la relajación, el estrés y las funciones cognitivas se conocen como beneficios por uso pasivo de las AVU. Estos beneficios de uso pasivo, junto con los beneficios de usos activos que se mencionaron en el apartado anterior, han llevado a establecer la hipótesis sobre la posible relación entre AVU, bienestar y salud. El mecanismo que explica la relación entre estas variables, es que al haber ambientes naturales posteriores a una condición negativa, como fatiga o estrés psicológico, se aminoran los efectos de dicha condición en la salud. De esta forma, se comienza a vislumbrar la relación de las AVU y variables psicológicas (Tzoulas *et al.*, 2007; Zhou y Wang, 2011).

Los estudios sugieren no solo resultados positivos en las AVU individuales. Se ha visto que el conjunto de espacios que componen la infraestructura verde de la ciudad puede potencializar la mejora de la salud de toda la población urbana (Tzoulas *et al.*, 2007). Esto se basa en la inducción de cambios en los procesos fisiológicos, emocionales y cognitivos, afectando el bienestar y la salud de la población urbana. Sin embargo, aún continúan desarrollándose estudios relacionados a una relación causal entre la infraestructura verde y la salud; no se rechaza el papel de la infraestructura verde como un importante elemento en la estructura urbana de salud pública (ibíd., 2007).

1.3.4 Ecológico

Ecosistemas urbanos

El tejido urbano se encuentra dominado por construcciones y superficies duras, siendo las AVU refugio de vida silvestre, y en algunos casos albergan especies raras¹⁴ (Jim y Chen, 2003). La ecología urbana ha caracterizado al conjunto de AVU urbanos como ecosistemas singulares o como un compuesto de diferentes ecosistemas individuales¹⁵ (Rebele, 1994, citado en Bolund y Hunhammar, 1999).

El término de ecosistema urbano se utiliza para referirse a todas las áreas naturales, incluidas las calles con árboles y estanques, siendo analizado en términos de su impacto sobre la biodiversidad y algunos procesos, expresados en los servicios ambientales (ibíd., 1999). Los ecosistemas urbanos al ser influenciados por cambios

¹³ La presencia de vegetación para limpiar y enfriar el ambiente representan beneficios positivos a la salud humana por la provisión de sombra, lo cual reduce la tensión por calor (Heidt y Neef, 2008).

¹⁴ Los remanentes de hábitats naturales en las ciudades con limitada interferencia humana, proveen sitios importantes para la diversidad de vida silvestre. Los sitios forman una comunidad urbana única, que difiere de sitios exteriores (Jim y Chen, 2003).

¹⁵ El estudio de los ecosistemas urbanos puede elucidar las intervenciones entre procesos ecológicos y sociales, actuando en múltiples escalas temporales y espaciales. Su comprensión ayuda a mejorar la planificación urbana, manejo de la vegetación, sostenibilidad urbana, asignación de recursos financieros y el bienestar de los ciudadanos (Dobbs *et al.*, 2011).

ambientales impulsados por las actividades humanas, reflejan la capacidad de los organismos de sobrevivir y aprovechar estos cambios (Bai *et al.*, 2005).

El mejoramiento de la biodiversidad y procesos de los ecosistemas urbanos son temas centrales, ya que estos elementos pueden intervenir en el estilo de vida de las personas y ser un determinante ambiental (Savard *et al.*, 2000). Desde la perspectiva ecológica, los ecosistemas urbanos son altamente dinámicos y pueden proveer puntos de vista útiles dentro del manejo de la biodiversidad de otros ecosistemas (ibíd., 2000). A continuación se presenta desde una perspectiva ecológica urbana la constitución de la infraestructura verde urbana, tratando de preservar y manejar aquellos remanentes de vegetación aislados, que pueden mejorar las condiciones internas de su vegetación.

Dinámica ecológica de las áreas verdes

Las AVU, al igual que otros ecosistemas, tienen asociados ciertas características que ayudan a comprender su dinámica ecológica dentro de la ciudad: estructura, composición, tamaño, distribución y cantidad. Un primer nivel de estudio se puede entender a través de la estructura y composición de la vegetación. La estructura de la vegetación es determinante en las funciones ecosistémicas. La abundancia es la consideración de la cantidad y riqueza de especies, relacionándose con la complejidad del hábitat y respondiendo de diferente forma a características estructurales¹⁶. Esta abundancia es afectada por factores ambientales, incluyendo el área de la vegetación nativa adyacente, tierra construida entre otros factores (Bell *et al.*, 2008). El tamaño, distribución y la cantidad de AVU dentro de la mancha urbana ha sido abordada desde la dinámica de parches de la ecología del paisaje, la cual será atendida con mayor profundidad en el siguiente apartado.

El estudio de las características anteriores ha reconocido a los ecosistemas urbanos como poseedores de condiciones que permiten un clima, suelo, vegetación, dinámica social y flujos de energía únicos en la ciudad. Estas condiciones son el resultado de diferentes patrones ecológicos, procesos y disturbios (ver figura 1.2) (Dobbs *et al.*, 2011). Los procesos y patrones ecológicos entre la superficie impermeable de la ciudad y los ecosistemas urbanos, mantienen una dinámica que difiere solo de la importancia y prevalencia de ciertos disturbios (ibíd., 2011). Sin embargo, mantener las condiciones originales de los sitios verdes se considera como un nivel óptimo de preservación de las AVU, ya que la alteración de la estructura del ecosistema conlleva a la modificación de ciertas funciones que maximizan el bienestar humano en las ciudades (ibíd., 2011).

¹⁶ Algunas construcciones urbanas proveen sitios de refugio, alimento, y nutrientes (Bai *et al.*, 2005).

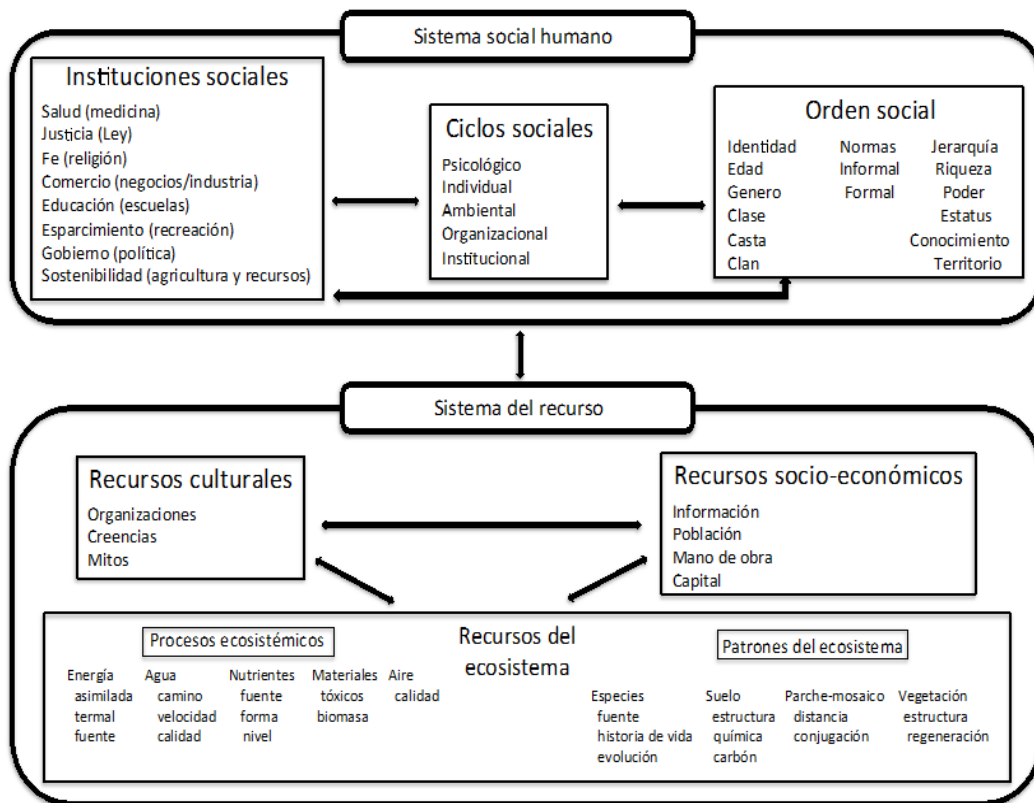


Figura 1.2 Adaptación del modelo conceptual de ecosistema humano

Fuente: Adaptado de Machis *et al.* (1997) en Pickett *et al.* (1997).

Nota: Se expresan los tipos de fenómenos del componente humano y sus relaciones con los componentes naturales. Los grandes subsistemas son el sistema social y el sistema del recurso. El sistema social humano representa la organización y factores que influyen en nuestra naturaleza social humana. El sistema del recurso representa los diferentes tipos de recursos con los que cuenta el ecosistema humano. Ambos subsistemas se encuentran relacionados funcionalmente con los ecosistemas.

El establecimiento de nuevas AVU deberá de entenderlas como un sistema complejo e independiente, reconociendo cada uno de los elementos que aseguran su integridad dentro del tejido urbano. A su vez, se deberán de considerar los elementos que componen la sociedad humana, a fin de empatar las necesidades de ambos sistemas.

El modelo funcional de la red verde

El concepto de infraestructura verde ha sido introducido para mejorar el sistema de AVU hacia una planificación coherente, resaltando su papel social, conservación de la naturaleza e infraestructura urbana. El concepto de infraestructura verde enfatiza la calidad y cantidad de AVU en zonas urbanas y periurbanas¹⁷, su rol multifuncional y la importancia de las interconexiones entre hábitats (Tzoulas *et al.*, 2007; Pickett *et al.*, 1997).

¹⁷ Las oportunidades de inserción de vida silvestre a través de AVU, podrían realizarse incorporando algunos enclaves naturales en los barrios urbanos (Tzoulas *et al.*, 2007). Esto puede emularse al

Un área metropolitana puede ser entendida en dos partes, el cuerpo urbano interior y las zonas de influencia. A su vez, la ciudad se divide en diferentes usos de suelo. La vinculación de la población humana en el tejido urbano incluye diferencias estructurales, que afectan la dinámica de las AVU (Pickett *et al.*, 1997). El mosaico deberá de adaptarse a la infraestructura verde dentro del modelo de red de AVU, que permitiría organizar la heterogeneidad espacial urbana y mejorar su condición (ibíd., 1997).

El modelo de red se presenta como un modelo integral de planeación del territorio, permitiendo mantener procesos que afectan la estabilidad ecológica de las AVU. Una característica de este enfoque integrado de planeación, es la capacidad de hacer frente a la heterogeneidad espacial de ecosistemas urbanos. Esto requiere la comprensión del desarrollo y la dinámica de la heterogeneidad espacial, así como la influencia de patrones espaciales sobre ciclos y flujos de recursos críticos (Heidt y Neef, 2008). La estructura espacial de la biodiversidad depende esencialmente de la forma del hábitat, configuración, conectividad y diversidad de especies (Bell *et al.*, 2008). El reto es el acceso diferenciado de la población y el control sobre los recursos críticos, lo que afecta la estructura y función de los ecosistemas urbanos, y a su vez, determinan la salud del ecosistema¹⁸ (Tzoulas *et al.*, 2007; Heidt y Neef, 2008).

Impactos ecológicos de la urbanización y el papel de las áreas verdes

El desarrollo de las ciudades representa grandes fuerzas homogeneizadoras, al remplazar ecosistemas nativos por una homogénea densidad de construcciones. Esto reduce la biodiversidad y simplifica las comunidades bióticas, alterando la estructura y procesos del ecosistema urbano¹⁹ (Grimm *et al.*, 2008; Väre y Rekola, 2007, citado en Niemelä *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2005; Zhou y Wang, 2011).

La homogenización vía urbanización, aparece de forma diferenciada en áreas geográficas, dependiendo del crecimiento poblacional humano y la composición de especies en las AVU (Grimm *et al.*, 2008; Väre y Rekola, 2007, citado en Niemelä *et al.*, 2010). Los cambios se presentan sobre la cobertura vegetal y el uso de suelo, principalmente, afectando negativamente los servicios ambientales provistos por los ecosistemas para beneficio humano (Naskali *et al.*, 2006, citado en Niemelä *et al.*, 2010). La mayoría de los impactos ambientales por la urbanización son asociados con AVU (Zhou y Wang, 2011).

provocar cambios en la composición y estructura de la biomasa, cambios sucesionales y crear condiciones para la invasión de vida silvestre. La ecología del paisaje y biogeografía de islas proveen estrategias fundamentales para el diseño de sistemas de AVU (Jim y Chen, 2003).

¹⁸ La salud del ecosistema es definida como la ocurrencia de procesos y funciones ecosistémicos regulares (Costanza, 1992, citado en Tzoulas *et al.*, 2007). Un ecosistema sano mantiene su organización y autonomía en el tiempo, y es resiliente a eventos de estrés (Costanza *et al.*, 1998, citado en Tzoulas *et al.*, 2007).

¹⁹ La expansión geográfica de las áreas urbanas ha resultado en la fragmentación y aislamiento de las AVU de áreas rurales urbanas (Väre y Rekola, 2007, citado en Niemelä *et al.*, 2010).

La construcción urbana y la producción en general, entran en conflicto con la vida silvestre y la conservación del hábitat (Bai *et al.*, 2005). De esta forma, la heterogeneidad espacial dentro de un paisaje urbano está influenciada por fuentes naturales y humanas (Zipperet *et al.*, 2000). Los procesos afectados son la alteración del hábitat original (modificación de formas del paisaje y de drenaje, pérdida y fragmentación de la vegetación natural, creación de nuevos hábitats), alteración del flujo de recursos (reducción de la producción primaria neta, incremento de la temperatura, extracción de recursos y alteración del flujo de agua), alteración de regímenes de disturbio y cambios en la composición de especies²⁰ (principalmente la reducción de la riqueza de algunos grupos taxonómicos en áreas intensamente urbanizadas e introducción de especies exóticas) (revisión bibliográfica de Loram *et al.*, 2006; Pickett *et al.*, 1997; Zipperet *et al.*, 2000).

El establecimiento de AVU, junto con el desarrollo urbano, no elimina procesos naturales, crean oportunidades para nuevas combinaciones de especies, introduciéndolas en parques y jardines. Los impactos negativos podrían reducirse a partir de una red o matriz de infraestructura verde, creando nuevas combinaciones para la entrada de vegetación y hábitat para la vida silvestre.

1.3.5 Planeación

La planeación espacial de actividades humanas afecta la calidad de vida, salud y bienestar de sus habitantes (Barton, 2009). La consideración de las AVU en la planeación, representa uno de los principales elementos que definen la dinámica urbana. Algunas ciudades han comenzado a ignorar la importancia de espacios abiertos frente al cambio en la estructura física (Pasaogullari y Doratli, 2004). Sin embargo, ante la crisis ambiental de las ciudades, la planeación y manejo de AVU es un tema crucial para el desarrollo sustentable de la ciudad (Li *et al.*, 2005; Mahmoud y El-Sayed, 2011).

Todas las sociedades han formado un espacio social distintivo que cumpla requisitos entrelazados a la producción económica y social (Lefebvre, 1991 citado en Pasaogullari y Doratli, 2004). Las AVU además de ofrecer estas características, a través de la recreación y la actividad económica, integran la infraestructura verde urbana al interior de las comunidades, con rendimientos cuantificables en beneficios ambientales (Braza, 2003, citado en Pasaogullari y Doratli, 2004). Por lo anterior, estos espacios contienen elementos necesarios para nuestro ambiente, proveen

²⁰ El mejoramiento del microclima hace más confortable la vida humana (Bai *et al.*, 2005).

Un ejemplo de ello son los barrios y construcciones, dominados por plantas exóticas, como el césped, que combinados con una gran cantidad de superficie impermeable, pueden afectar negativamente la vida silvestre de áreas de conservación. La escorrentía pluvial puede tener una excesiva cantidad de nutrientes (como fosfatos y nitratos), además de aceites de autos que contaminan los suelos y crean condiciones para el desarrollo de plantas invasoras. Adicionalmente las construcciones pueden comprometer las AVU, ya sea por el escurrimiento de sedimentos o la compactación de suelos por maquinaria pesada. Las propias mascotas pueden tener impactos en áreas conservadas al alimentarse de la fauna nativa (Allen y Meurk, 2011).

sitios de recreación para la gente, protegen recursos físicos y afectan una amplia gama de decisiones sobre el ambiente urbano (Pasaogullari y Doratli, 2004).

La construcción del ambiente urbano dentro de la planeación es un factor determinante en el bienestar, junto con variables económicas y sociales, así como estilos de vida heredados (Barton, 2009)(ver figura 1.3). La planeación moderna originada en el siglo XIX , se centró en mejorar las condiciones de habitabilidad de las crecientes ciudades, relacionando condiciones ambientales con el bienestar humano (Barton, 2009; Jim y Chen, 2003). Esto permitió disminuir el impacto ambiental de la expansión e intensificación urbana.

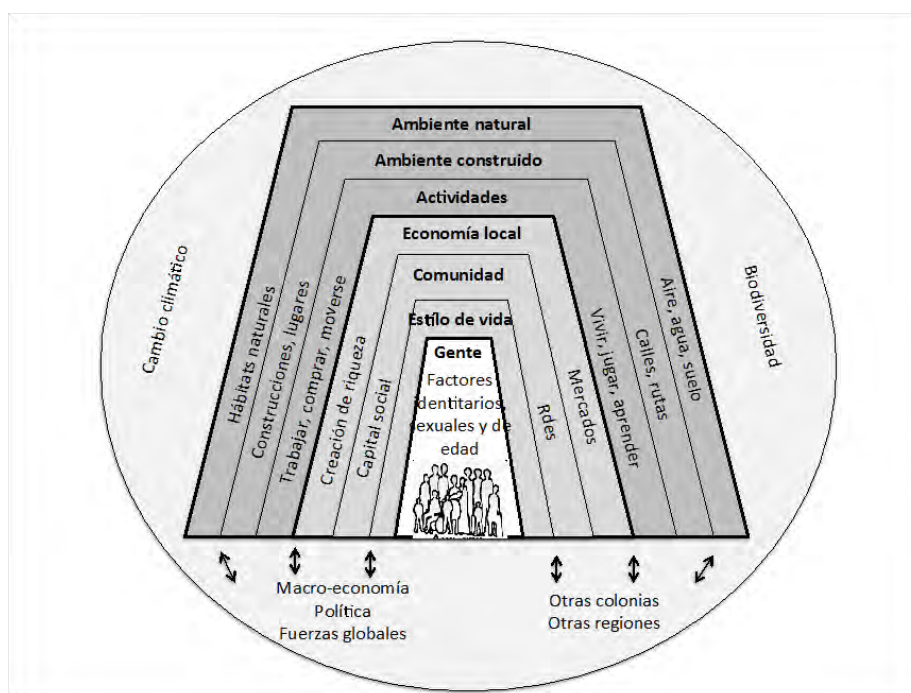


Figura 1.3 Conceptualización de los elementos que afectan el bienestar de los asentamientos humanos

Fuente: Barton y Grant, 2006, tomado en Barton, 2009.

Nota: El diagrama muestra las relaciones entre salud y el ambiente físico/social/económico desde la perspectiva de la teoría de ecosistemas y los principios de desarrollo sostenible. Las personas se encuentran en el centro de la figura, rodeado de diferentes esferas de influencia como son la esfera social, económica y ambiental, y los cuales cambian dependiendo de la escala. Los asentamientos humanos se encuentran dentro de los ecosistemas globales, de los cuales las personas dependen. Este conjunto de elementos influyen en el estilo de vida de las personas, que a su vez se ve reflejado en su salud.

El papel de las AVU para cumplir los objetivos de planeación, debe de permanecer como un elemento rector de las políticas de desarrollo urbano. La funcionalidad asociada a estos espacios puede afectar positivamente el bienestar humano y mejorar las condiciones de habitabilidad de la ciudad. La afectación de los posibles factores que controlan nuestra calidad de vida han sido mencionados en los

anteriores apartados, y todos se encuentran influenciados por la presencia de AVU (ver figura 1.3).

Modelos de planeación para mejorar el estado de las áreas verdes

El paisaje urbano es conceptualizado como un mosaico complejo de modificaciones humanas y de estructuras construidas, caracterizado por una yuxtaposición cerrada de construcciones y avenidas, con límites espaciales intersticiales en donde se insertan las AVU²¹ (Zipperet *et al.*, 2000; Jim, 2004). Esta estructura representa el ambiente urbano, donde las nuevas combinaciones de tensiones y disturbios afectan las AVU y otros ecosistemas (Zipperet *et al.*, 2000). La alta densidad de construcciones, estructuras artificiales y superficies impermeables representan elementos negativos, los cuales impiden las condiciones para el establecimiento de AVU que alojen vida silvestre (Jim, 2004). A los anteriores problemas se le suma la destrucción de las AVU a través del estrés en su vegetación y las inadecuadas especies vegetales seleccionadas, que en su conjunto degradan la calidad ambiental, la vida silvestre y la salud humana (ibíd., 2004).

El estudio de las AVU ha establecido dos direcciones en la forma de planificación del desarrollo urbano, considerando la problemática de la carencia de estos espacios y las tendencias de urbanización actuales. Estas visiones se identifican como la ciudad verde y la ciudad compacta (Jim, 2004; Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). La ciudad compacta enfatiza un desarrollo más intenso en áreas urbanas para contener los impactos de la urbanización. Sin embargo, se ha criticado la carencia de AVU bajo este modelo de planificación²² (Jim y Chen, 2003; Beer *et al.*, 2003 citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). Los beneficios de estos verdes son pasados por alto, y con ello se llega a un dilema: el crecimiento urbano no es deseable por sus consecuencias negativas en el ambiente, incluida la pérdida y degradación del paisaje alrededor de las ciudades. Sin embargo, existe una pérdida en la calidad de las AVU y una pobre calidad ambiental, los cuales representan las razones del abandono de la ciudad y el poblamiento de los suburbios en busca de una mejor calidad de vida (Takano *et al.*, 2002; Beer *et al.*, 2003 citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). Este proceso acelera el crecimiento de la ciudad, por lo que la ciudad compacta se convierte en una antítesis de ciudad verde (Jim, 2004). La ciudad verde se caracteriza por colocar en el centro de la planeación a las AVU. Este concepto genera un paisaje que aísla parches verdes, los cuales se encuentran rodeados por desarrollos urbanos (Conway, 2006).

La planeación de la infraestructura verde ha emergido como una reflexión sobre la configuración del espacio construido y las AVU, con el objetivo de

²¹ El entorno construido abarca el medio ambiente hecho por el hombre y puede estar sujeto a planificación, incluyendo edificios, estructura física y AVU (Barton, 2009).

²² Este escenario puede apreciarse en Europa y China. La mayoría de las ciudades han aumentado sus programas verdes desde los noventa, resultando en congruencias y conflictos entre el establecimiento de las AVU y el desarrollo urbano (Jim y Chen, 2003).

encaminarlas a una estructura de red, beneficiando con sus funciones asociadas la calidad de vida todas las áreas urbanas (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). Esta configuración se encuentra asociada con el aumento de la conectividad entre remanentes de AVU, y mejorando la sostenibilidad de sus condiciones ecológicas (Conway, 2006). De esta forma, la planeación de estos espacios debe contar con la protección y el mantenimiento de áreas pequeñas y aisladas, aumentando su conectividad (ibíd., 2006; Jim y Chen, 2003). El cambio de énfasis hacia redes verdes se ha convertido en una tendencia general en muchos países (revisión bibliográfica de Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

El cambio hacia el modelo de red verde deberá considerar la aplicación de principios de la ecología del paisaje, centrada en mosaicos heterogéneos del paisaje. Los principios que han ganado especial importancia para comprender la dinámica de las AVU son el tamaño, proximidad, continuidad y conectividad (ibíd., 2009). La información permitiría relacionar diferentes usos de suelo urbano hacia una configuración eficiente de estos espacios (Bell *et al.*, 2008; Frischenbruder y Pellegrino, 2006, citado Bell *et al.*, 2008). Los efectos de realizar estas acciones mejorarían la calidad, distribución y estructura de las AVU (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

Problemas actuales alrededor de las áreas verdes

La tendencia general del estado de las AVU es a estados susceptibles de degradación y pérdida, debido al crecimiento urbano y poblacional (Jim, 2004). Las tendencias actuales de urbanización e intensificación de algunas ciudades ponen en peligro la planificación ecológica²³ (ibíd., 2004). Estudios han demostrado cómo la expansión e intensificación urbana han llevado a una pérdida significativa de áreas naturales²⁴ (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). Otra tendencia muestra que mientras algunas ciudades logran mantener o ampliar sus AVU, la mayoría de estos espacios experimentan un alto nivel de degradación y destrucción (ibíd., 2009). A continuación revisaremos los diferentes procesos de degradación que han conducido a la pérdida de estos espacios.

La estructura física y funcional de las AVU públicas presentan un desgaste por su utilización, resultado del rápido crecimiento de la ciudad (Pasaogullari y

²³ Li *et al.* (2005) ha desarrollado el concepto de planeación ecológica de áreas verdes en China, proponiendo a los fragmentos y corredores como una red verde para la planificación ecológica urbana.

²⁴ De acuerdo con la Agencia Ambiental Europea (EEA) el cambio de uso de suelo para las 25 áreas alrededor de Europa reveló que del 7.3% y 41.3% del área clasificada como agrícola o natural fueron convertidas a un uso de suelo urbano de 1950 – 1990 (EEA, 2002, citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

Al interior de las áreas urbanas, la creación de nuevos AVU no se conservó por el crecimiento de áreas con edificios. Los resultados de diferentes casos de estudios demuestran una alta densidad de población que se relaciona con la baja disponibilidad de AVU y esta superficie es más problemática en varias ciudades (Rudenburg *et al.*, 2004, citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

Doratli, 2004). Este proceso se explica por la competencia entre diferentes usos de suelo urbano, haciendo las AVU más pequeñas, aisladas y mal distribuidas (Jim, 2004; Savard *et al.*, 2000). Algunos de estos espacios (como parques y jardines), se encuentran protegidas y mantenidas. Sin embargo, pueden carecer de recursos claves, necesarios para conservar especies de interés (Savard *et al.*, 2000). Otras categorías de AVU, como áreas semi-naturales dentro y en la periferia, no cuentan con algún tipo de protección o manejo espacial, siendo vulnerables a intrusión y daño (Jim, 2004). El mantenimiento de la vegetación en cualquier tipo de AVU, se encuentra bajo severas condiciones de estrés que afectan el crecimiento fisiológico de su vegetación (ibíd., 2004). Los problemas aumentan el costo de recuperación y restauración de las AVU, optando incluso por disminuir la superficie verde después de la remodelación.

El enfoque de la ecología de paisaje para integrar la infraestructura verde urbana

Los dos enfoques necesarios para entender y manejar la dinámica de los ecosistemas urbanos y la urbanización son el enfoque de ecosistema y el enfoque de dinámica de parches. El enfoque de ecosistema se centra en el manejo y control de los flujos de energía, materia y especies. El enfoque de parche dinámico se centra en la creación de la heterogeneidad espacial dentro del paisaje, así como su influencia en el flujo de materia, energía, especies e información del paisaje (Zipperet *et al.*, 2000). El interés de éste último enfoque se justifica por el mantenimiento de funciones ecológicas que mantienen saludables y dinámicas las AVU.

La ecología del paisaje estudia las interacciones entre elementos del paisaje, con el fin de entender como patrones espaciales afectan patrones ecológicos (Li *et al.*, 2005; Kong y Nakagoshi, 2006). Esto provee bases teóricas para el paisaje y la planeación urbana, proponiendo parches, corredores y matrices como los tres componentes básicos de cualquier paisaje urbano (Li *et al.*, 2005; Mahmoud y El-Sayed, 2011). Los elementos básicos para definir patrones del paisaje son el número, tamaño, forma y yuxtaposición de parches. Los patrones espaciales son cuantificados usando métricas del paisaje, permitiendo explicar patrones espaciales y ecológicos (Kong y Nakagoshi, 2006). La aplicación de los principios de la ecología del paisaje a la planeación de la estructura, funcionamiento y cambio de las AVU, permitiría establecer un marco conceptual para distinguir ecosistemas clave en el mantenimiento de la biodiversidad y servicios ambientales importantes (Mahmoud y El-Sayed, 2011). Lo anterior conformaría la ciudad en la naturaleza, y la naturaleza en la ciudad, cerrando la brecha entre las necesidades humanas y los procesos naturales ante la rápida urbanización (ibíd., 2011). Otro punto positivo de la aplicación de los principios de la ecología del paisaje, es que permite entender el desarrollo del paisaje urbano, proporcionando principios de organización de las AVU, a través de la teoría de biogeografía de islas (MacArthur y Wilson, 1967, citado

en Jim y Chen, 2003). De esta forma, el enfoque permite entender e integrar los procesos que disminuyen el disturbio de AVU, y formular acciones concretas para su atención (Kong y Nakagoshi, 2006).

La teoría de la ecología del paisaje ha innovado el diseño y planeación ciudades, ofreciendo puntos alternativas para la optimización del uso de suelo y la conservación del ambiente (MacArthur y Wilson, 1967, citado en Jim y Chen, 2003; Kong y Nakagoshi, 2006). Este interés es discernible en recientes esfuerzos para incorporar la perspectiva del paisaje en políticas y directrices para el manejo de las AVU (MacArthur y Wilson, 1967, citado en Jim y Chen, 2003).

Relación de la dinámica de parches y el modelo de red verde

Los tres componentes básicos de cualquier paisaje son parches, corredores y matrices. Estos elementos permiten entender la teoría ecológica del paisaje a través de estrategias fundamentales para el diseño de AVU mediante el diseño de redes, cuñas y extensiones verdes que unen parches aislados dentro y fuera de las tres escalas: metrópoli, ciudad y barrio (Jim y Chen, 2003). El enfoque ofrece muchas oportunidades de integración entre el desarrollo urbano, conservación de la naturaleza y promoción de la salud pública (Tzoluas *et al.*, 2007).

Los parches son relativamente homogéneos compuestos principalmente por parques, jardines y tierras agrícolas (Mahmoud y El-Sayed, 2011; Li *et al.*, 2005). Un parche debería tener una relación importante entre perímetro-área, para maximizar el intercambio de materia y energía con el ambiente de la matriz²⁵ (Jim y Chen, 2003). Grandes parches con una alta conectividad, propicia la cercanía de la biodiversidad de especies y servicios ambientales²⁶ (*ibíd.*, 2003).

Las vías verdes o corredores representan el segundo componente básico del paisaje, consideradas como redes lineares vinculados a parches dentro de la matriz del paisaje circundante, proveyendo conectividad a lo largo del paisaje²⁷ (Viles y Rosier, 2001, citado en Li *et al.*, 2005). La conectividad del paisaje es el grado de la conexión espacial entre los elementos del paisaje (Li *et al.*, 2005; Wu y Hobbs, 2002 citado en Mahmoud y El-Sayed, 2011; Xu *et al.*, 2011). Los componentes de la conectividad se clasifican en funcional y estructural. La conectividad estructural se

²⁵ El efecto de borde puede mejorar la habitabilidad y diversidad de especies, y la abundancia de la población. Un parche alargado con un borde alargado no permitiría más interacciones con la matriz exterior. Las AVU lineares deber ser incorporados al interior de las áreas urbanas para maximizar los efectos de borde (Jim y Chen, 2003).

²⁶ Se ha discutido la eficiencia de parches y los cinturones verdes, al ser estos últimos más estrechos y rodear en menor parte el área urbana metropolitana exterior. Se ha demostrado que los cinturones verdes no han podido controlar el crecimiento urbano (Mahmoud y El-Sayed, 2011).

²⁷ En algunas ciudades americanas, las vías verdes han sido desarrolladas como corredores para la vida silvestre y el mantenimiento humano. Esto ha permitido comunicar jardines y parques a escala de barrio (Jim y Chen, 2003).

refiere a la composición física y a la configuración de los elementos del paisaje²⁸. La conectividad funcional se refiere a la capacidad de los materiales para moverse alrededor del paisaje²⁹ (Conway, 2006).

Una red o matriz de parches y corredores representan el tercer elemento básico del paisaje, y promueven la conectividad de elementos naturales, preservando los vínculos entre diferentes ecosistemas (Li *et al.*, 2005; Wu y Hobbs, 2002 citado en Mahmoud y El-Sayed, 2011; Xu *et al.*, 2011). La red verde podría ayudar a mejorar la conectividad y reducir la fragmentación y aislamiento las AVU a través de un sistema de vía verde, vinculado e integrado (Mahmoud y El-Sayed, 2011). Este también actuaría como catalizador para proteger los estos espacios existentes y sistemas verdes integrados, o generar nuevos en el exterior (ibíd., 2011). La red de carreteras verdes puede actuar como corredores para la gente y vida silvestre³⁰ (Li *et al.*, 2005). El marco conceptual de infraestructura verde se ha concentrado en el diseño e implementación de vías verdes. Este modelo permite integrar la estética, recreación, conservación de la biodiversidad y formas alternativas de transporte (Miller, 2008).

El ideal de la configuración del paisaje es una ciudad abarcada por parches dentro de una matriz de AVU, con hábitats diversificados para fomentar la biodiversidad y servicios ambientales. Estos espacios deberían ser complejos y curvilíneos para facilitar la penetración de la naturaleza al interior de las áreas urbanas³¹ (Jim y Chen, 2003). Si la infraestructura verde es planeada, desarrollada y mantenida proactivamente, tiene el potencial de guiar el desarrollo urbano al proveer un marco conceptual para el crecimiento económico, la planeación y la conservación de la naturaleza (Tzoulas *et al.*, 2007; Mahmoud y El-Sayed, 2011).

La discusión anterior resalta los elementos y componentes de una infraestructura verde dirigida a un modelo de red, lo que contribuye a la salud del ecosistema urbano (Tzoulas *et al.*, 2007). La incorporación de nuevos hábitats urbanos y periurbanos a la red verde tiene que seguir los principios de la ecología del paisaje. Esto permitirá incrementar la cobertura vegetal (natural, semi-natural y

²⁸ La conectividad estructural es un buen enfoque para entender la relación entre AVU y áreas no protegidas del paisaje. El conocimiento de la conectividad ha sido formada por el paradigma asociado con la biogeografía de islas y la dinámica de metapoblaciones. Dentro de este marco, los paisajes contienen islas hábitat donde las necesidades de los organismos de recursos se cumplen. Las islas rodeadas por lugares con falta de recursos, provocan que los organismos deban de moverse a otros sitios para llegar a otros hábitats de islas. Al traducirlo al paisaje urbano, la relación parche-matriz se entiende desde un punto de vista ecológico, donde se encuentran pequeñas manchas verdes rodeadas de la densidad urbana (Conway, 2006).

²⁹ Esto tiene efectos ecológicos sobre el flujo de energía, materiales y entidades biológicas (Li *et al.*, 2005; Wu y Hobbs, 2002 citado en Mahmoud y El-Sayed, 2011; Xu *et al.*, 2011; Conway, 2006).

³⁰ Un esquema de plantación de especies nativas para árboles de las calles podría promover la diversidad de especies (Li *et al.*, 2005).

³¹ Se sugiere que la ciudad podría tener un centro dominante con diferentes dedos radiales. El centro compacto facilitaría el uso eficiente del uso de suelo y los dedos flexibles apoyarían el crecimiento urbano, basado en el transporte público (Jim y Chen, 2003). Sin embargo, la funcionalidad de corredores sigue siendo controvertida (Bier y Noss, 1998, citado en Tzoulas *et al.*, 2007).

artificial), y en consecuencia contribuir a la diversidad de la conservación biológica y servicios ambientales (ibíd., 2007).

Retos

Los planeadores urbanos deberán optar por lugares apropiados para localizar las AVU, evaluando las posibles opciones que mejoren su auto-mantenimiento³². El valor ecológico de las redes verdes se presentan como el modelo de planificación, que establece una infraestructura verde urbana basado en principios de la ecología del paisaje. De esta forma, se permite considerar la conectividad y redes de AVU de forma conjunta. Las áreas individuales son más propensas a no resistir el desarrollo urbano descontrolado, sin embargo, una red verde puede resistir mejor estos impactos, mejorando la biodiversidad y servicios ambientales (Mahmoud y El-Sayed, 2011).

Bell *et al.* (2008) han realizado una revisión de literatura científica sobre AVU, analizando ochenta y siete artículos de quinientos cincuenta identificados sobre estos espacios. Dentro de los temas que deberán mejorarse en su planeación que se desprenden de su análisis bibliográfico son:

- Distancia de los residentes a las AVU
- Facilidad de acceso por rutas y puntos de entrada
- Tamaño del área verde en relación a la población usuaria
- Conectividad a zonas residenciales y comerciales
- Rango de servicios por actividades formales e informales
- Percepción de la seguridad
- Calidad del mantenimiento

Las AVU también ofrecen información sobre la optimización del uso del espacio, conservación y mejora ambiental (Kong y Nakagoshi, 2006). Estos espacios son considerados como una parte importante de la planeación urbana en algunas ciudades como Berlín, Londres, Madrid y París (Xu *et al.*, 2011). Los beneficios permiten mejorar la dotación de servicios ambientales en todas las escalas (ibíd., 2011). Sin embargo, la planificación y gestión de AVU requiere esfuerzos coordinados, mismos que garanticen el éxito de su establecimiento y mantenimiento en el tiempo.

La estrategia de ordenamiento del territorio deberá ser adoptada para proveer la mejor configuración de AVU con aspiraciones a una red verde de parches, unidas a vías verdes como corredores o sitios que maximicen la conectividad urbana (Jim y Chen, 2003). El tamaño y forma de los parches deberá ser considerado,

³² Las principales dificultades para la implementación de AVU a escala regional de la ciudad en Beijing, China son: industria y servicios relativos a políticas de desarrollo, ya que el desarrollo industrial regularmente invade espacios vecinos; construcción de infraestructura municipal sobre las AVU existentes; y problemas con el financiamiento e ingresos, que restringen la posibilidad de crear nuevos espacios y administrar los existentes (Li *et al.*, 2005).

además de la estructura del borde en el interfaz ciudad-naturaleza (matriz de parche y matriz de corredor), basándose en principios de la ecología del paisaje para fomentar servicios ambientales y la biodiversidad (ibíd., 2003).

1.4 La sostenibilidad urbana y las áreas verdes

La idea de la planificación de AVU actual se presenta como un elemento de sostenibilidad, con el fin de crear un ambiente físico que beneficie a la sociedad y a la vida silvestre. Este objetivo se pretende realizar a través de las AVU, las cuales repliquen funciones ecológicas que mantienen la dinámica de la ciudad, coadyuvando con la severa crisis ambiental actual (Sinemillioglu *et al.*, 2010). De esta forma, se concibe la sostenibilidad de las ciudades a través de estas áreas, cuando se asegura la perdurabilidad de procesos naturales de los ecosistemas, mismos que permitan adquirir una capacidad de resiliencia a eventos extremos (Agudelo, 2010).

El desarrollo histórico de la planificación urbana ha tenido diferentes propuestas para crear espacios que incorporen elementos de la naturaleza en la ciudad (MagHarg, 1971, citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). Diversos modelos utópicos han influenciado las evocadas ciudades verdes: la fantasía de los pueblos de Charles Fourier, las novelas "Ecotopía" y "Ciudad Jardín" de Ernest Callebach y Ebenezer Howard; la idea del gran parque urbano, expuesta por Frederick Law. Todos pueden ser vistos como puntos de referencia del movimiento verde en las ciudades (Roelofs, 1999, citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009; Wilson, 1989, citado en Jim y Chen, 2003). Actualmente, las ciudades son los lugares donde se manifiestan las mayores desigualdades sociales, surgiendo contradicciones entre medio ambiente y desarrollo, la sostenibilidad y deterioro irreversible (Agudelo, 2010). Esto ha retomado el interés en las ciudades verdes, lo cual se ha relacionado con el concepto de desarrollo sostenible, orientado por la preocupación de la sociedad y su relación con la naturaleza en zonas urbanas (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

Los objetivos de sostenibilidad ambiental urbana encuentran en el concepto de servicios ambientales, y su relación con las AVU, una forma de hacer explícitos objetivos ambientales, económicos y sociales. Las acciones para la construcción de ciudades verdes permiten el desarrollo coordinado de una cultura urbana hacia la sostenibilidad (Chiesura, 2004). Las AVU se conciben como importantes proveedores de servicios ambientales, mismos que representan el capital natural crítico para el desarrollo de las ciudades (Xu *et al.*, 2011). La preservación y desarrollo de las AVU se ha convertido en una estrategia, principalmente para aminorar conflictos entre calidad ambiental y urbanización, repercutiendo incluso sobre las generaciones futuras (Xu *et al.*, 2011; Opdam y Steingröver, 2008). El reconocimiento de los servicios ambientales ha permitido la identificación e inclusión de información ambiental en el diseño y planeación de procesos urbanos,

determinando una forma más consciente de la aptitud de diferentes usos de suelo urbano (Simmons y Heymann, 2010; Lang *et al.*, 2008). Esta forma de planeación ha mejorado la calidad de vida en ciudades de algunos países. Muchos programas exitosos de AVU han tomado como base el enfoque de sostenibilidad en aspectos ecológicos para la protección y manejo de las AVU (Kren, 2007, citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). Incluso la idea de desarrollo sostenible ha sido optada por muchos países como política rectora, guiado por una serie de normas e indicadores (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

El ideal de sostenibilidad de las ciudades continúa como política en cualquier tema relacionado al cuidado del medio ambiente. La visión hace explícito que para lograr los objetivos de la sostenibilidad urbana, las AVU y su funcionalidad asociada son elementos críticos para alcanzarla. Actualmente, podemos apreciar esta tendencia en varias ciudades de países desarrollados.

1.5 Servicios ambientales y áreas verdes

Al interior de la mancha urbana se encuentran ecosistemas de gran importancia, al cumplir con varias funciones ecológicas (algunos ecosistemas incluso han sido denominados estratégicos³³), y que caracterizamos como los servicios ambientales (Agudelo, 2010). Al identificar los beneficios que obtenemos de las AVU, desde el enfoque de servicios ambientales, se resalta la importancia de la conservación, mantenimiento y creación de estos espacios, ya que la apropiación de estos servicios es inmediata (Bai *et al.*, 2005).

Los servicios ecosistémicos son definidos como los beneficios que las poblaciones humanas obtienen directa o indirectamente de las funciones de los ecosistemas³⁴ (Bolund y Hunhammar, 1999; de Groot *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2005; Dobbs *et al.*, 2011). Los servicios ecosistémicos representan productos finales de varias funciones ecosistémicas aprovechadas por los seres humanos³⁵ (Dobbs *et al.*, 2011). Este trabajo utilizará el término de servicios ambientales para referirse a los beneficios que la población urbana recibe de la dinámica de las AVU. Aunque no existe una diferencia conceptual clara entre los conceptos de servicios ecosistémicos y ambientales, la literatura científica tiene mejor caracterizada la definición de servicios ecosistémicos. El uso del concepto de servicios ambientales pretende

³³ Los ecosistemas estratégicos son una porción geográfica concreta y delimitable, donde la oferta ambiental, natural o inducida por el hombre genera un conjunto de bienes y servicios ambientales para la población.

³⁴ Cada servicio ambiental es resultado del total de subsistemas ecológicos, resultado de la interacción entre componentes bióticos y abióticos del ecosistema, a través de fuerzas universales manejadas por materia y energía (de Groot *et al.*, 2010; Costanza *et al.*, 1997).

³⁵ La diversidad de servicios provistos por los ecosistemas se dividen en: servicios de provisión, productos que la gente obtiene de los ecosistemas; servicios de regulación que se obtienen de los procesos del ecosistema para regularse por sí mismo; los servicios culturales son beneficios no materiales y los servicios de soporte que se necesitan para la producción de los ecosistemas y de otros servicios (MEA, 2003)

hacer explícito la totalidad de funciones de las AVU, haciendo énfasis de su influencia sobre el ambiente y la población urbana. Este trabajo no sugiere ninguna diferencia entre ambos conceptos, el concepto de servicios ambientales se basa totalmente en el concepto de servicios ecosistémicos, tratando de enfatizar la utilidad e importancia de funciones de las AVU sobre la dinámica y procesos ecológicos de los ecosistemas.

Las AVU desempeñan un papel crítico en la provisión de servicios ambientales en las ciudades (Barbosa *et al.*, 2007; Romero y Vázquez, 2005; Bolund y Hunhammar, 1999; Li *et al.*, 2005, Chiesura, 2004). Estos servicios son centrales para el mantenimiento de la salud humana y viabilidad de poblaciones de vida silvestre en los centros urbanos (Tzoulas *et al.*, 2007). La provisión de servicios ambientales depende de la salud del ecosistema, que en muchos casos está determinado por la intervención humana. Lo anterior indica que la provisión de servicios ambientales quede totalmente favorecida por el modelo de planeación urbano (ibíd., 2007) (ver figura 1.4).

La influencia de AVU sobre aspectos de la salud humana y ecosistémica, pueden apreciarse a través de un marco conceptual de referencia. Se han caracterizado esferas que intervienen en la dinámica urbana, y que a su vez influyen las AVU, expresada en sus servicios ambientales (ver figura 1.4).

El concepto de servicios ambientales puede ayudar a integrar la naturaleza urbana y la investigación científica social, al hacer explícita las múltiples funciones de los ecosistemas. El marco ha sido reconocido desde la planeación, gobernabilidad y mantenimiento de las AVU (Niemelä, 2010). Aunque el concepto es relativamente nuevo para la planeación práctica, la multiplicidad de significados que integra permite orientar del desarrollo de AVU con diversas posturas unificadas, sin afectar las funciones del mantenimiento ambiental de la ciudad. Al mismo tiempo, el reconocimiento de los servicios ambientales enfatiza la importante contribución al bienestar físico y psicológico de la población de las AVU (ibíd., 2010).

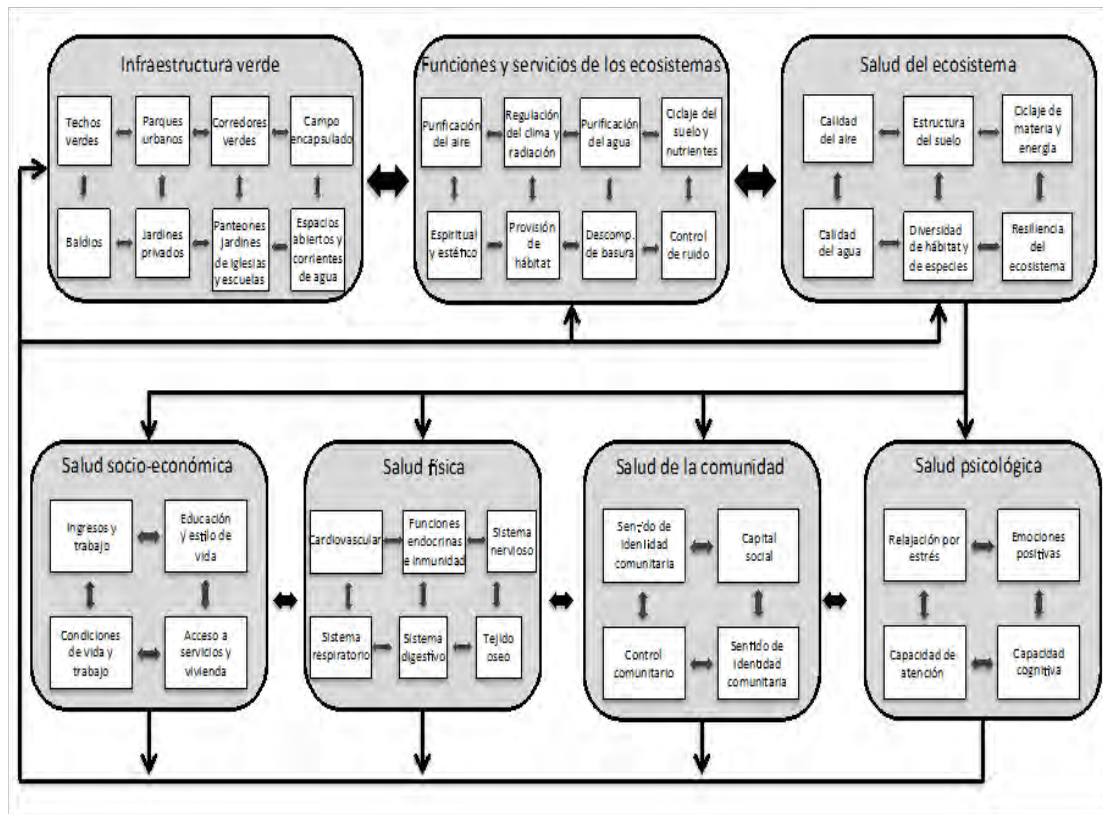


Figura 1.4 Integración de un marco conceptual que relaciona la infraestructura verde, las funciones del ecosistema y la salud humana

Fuente: Marco conceptual de Tzoulas *et al.*, 2007.

Nota: La parte superior de la figura muestra las interacciones (indicadas por las dos flechas) entre infraestructura verde, las funciones y servicios del ecosistema, así como los aspectos de la salud que los ecosistemas. Estos factores representan los elementos físicos y biológicos que determinan la salud pública. La asociación entre la infraestructura verde y mejoras en las condiciones del ecosistema determinan la salud pública. Las condiciones ambientales son afectadas por la salud física, psicológica y social. La infraestructura verde es vista como proveedora de diversos servicios ambientales, impactando diferentes niveles de salud comunitaria, socio-económicos, físicos y psicológicos.

1.5.1 Escalas de provisión de servicios ambientales

Los sistemas urbanos no son los mayores productores de servicios ambientales, al verse afectados por las actividades humanas (Bai *et al.*, 2005). Los servicios ambientales son provistos a diferentes escalas y bajo diferentes niveles funcionales (Van Herzele y Wiedemann, 2003). La clasificación del tipo de vínculos que pueden existir entre los sistemas urbanos y los servicios ambientales de diferentes ecosistemas, se divide en ecosistemas internos, colindantes y distantes (Bai *et al.*, 2005).

Las grandes áreas de bosque periféricas pueden impactar la totalidad del área urbana a través de la provisión de aire fresco o zonas de relajación para los habitantes urbanos. Las AVU internas, como parques y plazas, pueden tener una conexión más fuerte con el centro de la ciudad, influenciando la vida local cotidiana (VanHerzele y Wiedemann, 2003). La provisión de servicios que los habitantes urbanos reciben no provienen únicamente de las AVU urbanas internas y periféricas,

muchos de los servicios ofrecidos por entornos y ecosistemas locales se integran a la red global de servicios que son generados por ecosistemas distantes (Bai *et al.*, 2005). Sin embargo, el proceso de urbanización pone en peligro la calidad de los servicios ambientales e incrementa su demanda, al aislar las AVU internas, disminuir la superficie de áreas verdes periféricas y consumir masivamente los productos que se extraen de ecosistemas distantes (ibíd., 2005).

El entendimiento de la dinámica de servicios ambientales sobre los diferentes ecosistemas que los proveen, permitirá considerar elementos que los protejan y mejoren. La planeación deberá de entender las relaciones de la mancha urbana con ecosistemas internos, periféricos y distantes para garantizar su provisión a largo plazo.

1.5.2 Tipos de servicios ambientales provistos por áreas verdes

Los servicios ambientales provistos por AVU son difíciles de distinguir debido a las interacciones con otras áreas urbanas (Niemelä, 2010). Aunque las AVU internas difieren en la prestación de servicios de las periféricas, se han reconocido servicios importantes ante el proceso de urbanización y que mantienen la dinámica urbana. Los servicios ambientales relevantes relacionados con las AVU, de acuerdo a la revisión bibliográfica (Romero y Vázquez, 2005; Bolund y Hunhammar, 1999; Li *et al.*, 2005, Chiesura, 2004; Jim y Chen, 2009), se presentan a continuación.

Servicios de regulación.

Regulación micro-climática

La alta concentración de superficies duras ha provocado problemas ambientales, como el efecto de isla de calor urbana (EICU), siendo una manifestación del clima por los procesos de urbanización³⁶ (Wong y Yu, 2005; Gómez *et al.*, 2004). Las AVU ayudan a reducir las diferencias de calor emitidas en áreas densamente construidas, las cuales se agravan en temporadas de calor (Bolund y Hunhammar, 1999; James *et al.*, 2009). Durante el día, la presencia de árboles previene el calentamiento, al ser eficaces interceptores y reflectores de la radiación solar en construcciones, carreteras y otras superficies duras³⁷. Esta provisión de sombra permite enfriar la superficie de pavimentos y edificios, que junto con procesos de transpiración y evapotranspiración de las plantas³⁸, se altera

³⁶ Las condiciones artificiales han excedido la capacidad biológica del habitante urbano en el balance de agua y aire por las altas temperaturas (Gómez *et al.*, 2004). La radiación solar, temperatura del aire, velocidad del viento, humedad relativa, nubosidad y precipitación varían significativamente debido al ambiente construido, la topografía y los alrededores locales (Heidt y Neef, 2008).

³⁷ La presencia de árboles puede reducir en 3°C la temperatura en verano (Millward y Sabir, 2011).

³⁸ Un árbol puede transpirar 450 litros de agua por día, lo que equivale a 1000 MJ (mega Joules) de energía térmica para conducir el proceso de evaporación (Bolund y Hunhammar, 1999). La temperatura del ambiente y la humedad relativa influencia en menor grado el patrón de lluvias (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009; Morancho, 2003).

el albedo de la superficie y contribuye a la mitigación del EICU³⁹ (Randall *et al.*, 2003; Millward y Sabir, 2011; Wong y Yu, 2005; Heidt y Neef, 2008). El suelo también retiene agua, la cual es liberada por evaporación en horas de calor. El proceso anterior también impacta la reducción del uso y costos de energía por calefacción y refrigeración⁴⁰ (Bolund y Hunhammar, 1999; Jim y Chen, 2009).

Los beneficios de áreas con vegetación han mostrado tener asociada una menor temperatura por procesos de evapotranspiración y transpiración de las plantas durante la noche (Wong y Yu, 2005). Durante el día, la estructura de la vegetación permite generar la suficiente sombra y la velocidad del viento para generar un microclima agradable (Akbari *et al.*, 2001, citado en Bell *et al.*, 2008; Jim y Chen, 2003). La variación climática entre áreas construidas y las AVU ha sido entre 1 a 4°C de diferencia (Heidt y Neef, 2008). Así queda demostrado que estos espacios mejoran las condiciones climáticas de la ciudad⁴¹ (Gómez *et al.*, 2004; Jim y Chen, 2009; Jim y Chen, 2006; Lang *et al.*, 2008).

Regulación de contaminantes atmosféricos: filtración y reciclaje

La contaminación del aire es causada por fuentes móviles (ej. medios de transporte que funcionan por combustibles fósiles) y fuentes fijas (ej. fábricas y comercios). Su impacto se expresa en problemas de salud respiratorios⁴² (Morancho, 2003). La reducción de los materiales particulados por AVU se debe a la filtración de estas partículas por la vegetación (Bolund y Hunhammar, 1999; Morancho, 2003). La localización y estructura de la vegetación son elementos determinantes en los procesos de filtración, en donde un parque tiene la capacidad de absorber el 85% de la contaminación, mientras que calles arboladas contribuyen con un 70%⁴³ (Bernatzky, 1983, citado en Bolund y Hunhammar, 1999).

La absorción de contaminantes refleja la contribución de las AVU a la regulación de gases. El proceso se realiza a través de la fotosíntesis de las plantas, el cual permite la liberación de oxígeno y control de las emisiones de CO₂ (Hough, 1984, citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009; Lang *et al.*, 2008). La remoción de gases contaminantes es controlado por árboles, con la intercepción de material

³⁹ AVU con un mínimo de una hectárea de tamaño pueden reducir la temperatura del aire de barrios cercanos (200-400 metros a la redonda) (Gorffnaf, 2002).

⁴⁰ En Chicago se ha demostrado que aumentar la cobertura arbórea en un 10% , o plantando alrededor de tres árboles por casa, puede reducir el uso total de la energía por calefacción y refrigeración, con beneficios de ahorro de 50 a 90 dólares por unidad de vivienda al año (Bolund y Hunhammar, 1999; Randall *et al.*, 2003)

⁴¹ El efecto de enfriamiento es mayor cuando el tamaño del área verde es mayor (Akbari *et al.*, 2001, citado en Bell *et al.*, 2008).

⁴² Las emisiones que provienen principalmente del transporte urbano ha ido incrementándose en las últimas décadas. El ministerio del Medio Ambiente de España ha calculado que una gran ciudad genera en promedio 3.3 millones de toneladas de CO₂ anuales (Morancho, 2003).

⁴³ La filtración del aire parece estar relacionada con la estructura de la vegetación, al observar una menor absorción de partículas con una cobertura de vegetación menos densa (Bolund y Hunhammar, 1999)

particulado a través de las hojas, disminuyendo las cantidades de ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, cadmio, plomo y otras partículas (Bernstein *et al.*, 2004 citado en Dobbs *et al.*, 2011; Millward y Sabir, 2011; Randall *et al.*, 2003; Jim y Chen, 2009; Jim y Chen, 2003; Heidt y Neef, 2008).

El conjunto de beneficios se traduce en la mejora del confort en las ciudades y una disminución de padecimientos como asma, cáncer, riesgo de enfermedades cardíacas y enfermedades respiratorias⁴⁴ (Bernstein *et al.*, 2004 citado en Dobbs *et al.*, 2011).

Reducción del ruido

La contaminación por ruido crea problemas de salud con grandes costos globales. Por ejemplo, se han estimado los costos por atención de padecimientos auditivos, los cuales van del 0.2% y 2% del PIB en Estados Unidos de América (Komunförbundet, 1998, citado en Bolund y Hunhammar, 1999). El aumento de áreas cubiertas con suelo blando y vegetación reduce los niveles de ruido.

El proceso se explica por la presencia de vegetación, al blindar las AVU de la intrusión sonora del tráfico y otras fuentes, disminuyendo la potencia del sonido⁴⁵ (Bolund y Hunhammar, 1999; Morancho, 2003). Los beneficios se expresan en estudios que han demostrado la necesidad de lugares tranquilos y sus efectos sobre la salud. La experiencia de relajación se relaciona con el paisaje sonoro, expresado en el nivel de ruido y la fuente dentro de su contexto (Morancho, 2003).

Regulación e infiltración del agua pluvial

La infraestructura construida con asfalto y concreto que cubre el suelo urbano altera el flujo del agua. Una alta proporción del agua pluvial se transforma en escorrentía, aumentando las descargas de inundación y degradando la calidad del agua, contaminada por los residuos de las calles (Haughton y Hunter, 1994, citado en Bolund y Hunhammar, 1999). Los niveles de agua en mantos freáticos se ven también afectados por el sellado de la ciudad (Bolund y Hunhammar, 1999). Las áreas cubiertas por vegetación permiten la filtración del agua, y solo entre un 5 y 15% del total del agua escurre, el sobrante se evapora e infiltra (Bolund y Hunhammar, 1999). Al disminuir el volumen de escorrentía y la carga de contaminantes por la mejora de la permeabilidad y capacidad de infiltración del suelo urbano, las ciudades con un alto riesgo de inundación también se benefician con un gran número de AVU que absorben el agua (Millward y Sabir, 2011; Bolund y Hunhammar, 1999; Jim y Chen, 2009).

⁴⁴ La reducción de ozono troposférico por la presencia de áreas verdes ha disminuido el número de muertes por beneficios a la salud, con 83 muertes menos al año (Randall *et al.*, 2003)

⁴⁵ Los arbustos densos de por lo menos de 5 metros de ancho pueden reducir 2 dB (decibeles) el nivel de ruido (Bolund y Hunhammar, 1999). El ancho de la vegetación de 50 metros puede reducir de 1 – 2 dB (Naturardsverket, 1996, citado en Bolund y Hunhammar, 1999).

Áreas de refugio y hábitats para la vida silvestre

La función de hábitat está relacionada con la biodiversidad, manteniendo todas las funciones del ecosistema, y representa un suministro genético y bioquímico (Dobbs *et al.*, 2011; Morancho, 2003; Millward y Sabir, 2011). A su vez, los servicios ambientales dependen de varios aspectos de la biodiversidad: diversidad y composición de especies, densidad de población, interacción entre especies, cantidad y calidad de hábitat y calidad de especies entre hábitats, por mencionar algunos factores (Lee *et al.*, 2002, citado en Niemelä *et al.*, 2010). La planeación de la vegetación en las AVU permitiría considerar ciertos tipos de hábitats para evitar la extinción de ciertas especies (Niemelä *et al.*, 2010). El aseguramiento de la disponibilidad, calidad y diversidad de hábitats para las especies de vida silvestre permitiría cumplir con importantes funciones para el mantenimiento de algunas AVU (como la polinización)⁴⁶ (Niemelä *et al.*, 2010).

Depuración de aguas y sedimentos

El costo de tratamiento de aguas residuales es sumamente caro, y los nutrientes liberados contribuyen a la contaminación de áreas circundantes (Bolund y Hunhammar, 1999). Algunos ecosistemas urbanos, como humedales, pueden asimilar grandes cantidades de nutrientes y frenar el flujo de aguas residuales, al asentar todas las partículas⁴⁷ (ibíd., 1999).

La presencia de AVU también permite la disminución del polvo de las calles, al ser incorporado al suelo. Lo anterior previene la acumulación de nutrientes y metales pesados⁴⁸ (Bernstein *et al.*, 2004 citado en Dobbs *et al.*, 2011).

Servicios culturales

Recreación/culturales

Las AVU urbanas ofrecen la posibilidad de juego, educación, inspiración, enriquecimiento espiritual y descanso; además de proveer un valor estético, religioso y cultural a la estructura del paisaje (Dobbs *et al.*, 2011; Millward y Sabir, 2011; Jim y Chen, 2009; Lang *et al.*, 2008). Los beneficios mejoran las condiciones de habitabilidad del ambiente urbano e intervienen en la mejora física, psicológica y social de los barrios urbanos (Bolund y Hunhammar, 1999).

⁴⁶ La declinación de la polinización puede afectar áreas agrícolas, parques, jardines y otras AVU, afectando otros servicios ambientales que dependen de la polinización (Niemelä *et al.*, 2010).

⁴⁷ Hasta un 96% de nitrógeno (N) y un 97% de fósforo puede ser retenido en humedales, y donde los beneficios se incrementan cuando se aumenta la biodiversidad. El costo por la reducción de N ha sido calculado en 22-60 coronas suecas, contra el costo de plantas de tratamiento de 33-360 (Bolund y Hunhammar, 1999).

⁴⁸ La filtración de partículas de polvo puede reducir el riesgo de enfermedades en pulmón (Bernstein *et al.*, 2004 citado en Dobbs *et al.*, 2011).

1.5.3 Relación entre servicios ambientales y la dinámica de parches

La discusión sobre el número, tamaño, forma y yuxtaposición de los parches o AVU puede influir en la calidad y cantidad de servicios ambientales. Mientras mayor sea el número y superficie de las áreas la cantidad, diversidad y calidad de los servicios ambientales es mayor (Romero y Vázquez, 2005).

Parches pequeños se ven afectados por el efecto de borde en los tres atributos anteriores, teniendo un efecto sobre la provisión de servicios ambientales. La localización relativa de las AVU, su conectividad y posición topológica respecto a la matriz urbana, impactan también la provisión de servicios. Los agentes negativos son la remoción, disminución y desconexión de parches vegetales (ibíd., 2005). Existen algunos estudios que han relacionado el tamaño del área verde con funciones específicas, los cuales pueden brindar información para mejorar su conexión a otras áreas (ver Tabla 1.4).

Tabla 1.4 Tipos de AVU de acuerdo a su localización, tipos más representativos y funciones asociadas

Condiciones o contexto	Tipo de parque	Función del parque
Parques urbanos	Mini-parques	Uso local
	Parques naturales urbanos/bosques urbanos	Recreación urbana/ocio
	Parques culturales/áreas protegidas	Acentúan la identidad regional
Urbano a suburbano	Corredores verdes, vías verdes, senderos	Conectan parques urbanos para la gente, fauna y flora. Conectan el centro de la ciudad y las afueras para la gente, flora y fauna.
	Parques suburbanos y territorios verdes/bosques suburbanos	Recreación para gente de la ciudad. Recursos naturales para la ciudad (agua, aire, etc.).
Parques nacionales, parques regionales	Conexión de espacios abiertos	Protección de espacios abiertos y el paisaje. Conectan bosques suburbanos y parques suburbanos. Instrumento para la estructuración del paisaje.

Fuente: Heidt y Neef, 2008.

La consideración de estos elementos del paisaje es determinante en la planeación de las AVU, al ser mutuamente independientes uno del otro. El reconocimiento de los patrones espaciales mejoraría su distribución y brindaría condiciones de vida equitativas en las áreas urbanas.

1.5.4 Diservicios

Las funciones ecosistémicas y estructuras pueden tener consecuencias negativas sobre la vida humana y son referidas como diservicios. Por ejemplo, algunos parques pueden ser el hábitat de ratas, vectores, patógenos, o medios de inseguridad humana (Dobbs *et al.*, 2011). Algunos otros factores negativos son los costos en los que incurren las AVU para su manejo y mantenimiento. En general estos espacios internos tienen un menor aporte a los servicios ambientales y mayores diservicios, comparadas con las áreas naturales (ibíd., 2011). Sin embargo, esto puede cambiarse si el diseño, el régimen de manejo asociado y la importancia local que los habitantes es congruente con la salud de las AVU.

1.6 Indicadores para la evaluación de la accesibilidad de las áreas verdes

1.6.1 Importancia de la accesibilidad en las áreas verdes

Hasta ahora hemos mencionado la diversidad de beneficios que brindan las AVU al paisaje urbano, las cuales pueden ser inmediatamente reconocidas desde la perspectiva de servicios ambientales. La evaluación de los espacios abiertos también es un tema de gran relevancia, lo cual define atributos críticos para el manejo o creación de AVU, mismos que mantienen su funcionalidad a través de la provisión de servicios ambientales. La evaluación de la condición de las AVU, bajo el reconocimiento de la multi-dimensionalidad de sus funciones, puede entenderse bajo seis criterios que reconocen el papel de estos espacios dentro de la ciudad (Boverket, 1992, citado en Sandström, 2002):

- **Recreación:** evaluación de la disponibilidad y calidad de AVU, lo que puede ser un indicador de la vida diaria y salud pública.
- **Mantenimiento de la biodiversidad:** evaluación de la preservación de la diversidad de especies en diferentes niveles (especies, ecosistema, paisaje).
- **Estructura de la ciudad:** determinado por la importancia de AVU como elementos de la estructura y vida urbana.
- **Identidad cultural:** relación con la historia de la ciudad y sus tradiciones culturales.
- **Calidad ambiental:** evaluación de características ambientales como la mejora del clima local, calidad del aire y nivel de ruido.

El tercer punto puede ser atendido desde la planeación urbana, en donde se ha propuesto definir la calidad de las AVU desde el enfoque de paisaje a través de dos elementos (Jim, 2004):

- **Superficie:** a mayor superficie, mayor prestación de servicios y goce para la gente.

- Geometría con los demás parches: definido por su relación con otras áreas y sus puntos de acceso para la gente.

Sin embargo, si queremos aumentar el nivel de detalle, las prioridades estratégicas para la planeación, diseño, y mantenimiento sustentable de AVU, debe incluir una provisión garantizada de los siguientes elementos (DTLR, 2002; Bell *et al.*, 2008):

- Alta calidad
 - Construir la biodiversidad y sustentabilidad de redes de AVU, además de combinar tipos y tamaños.
 - Mejorar la apreciación y apariencia, diseño y disposición, instalaciones y condición, así como el nivel de atención.
- Accesibilidad: cantidad de espacio verde dentro de una distancia específica.
- Cantidad: cantidad de AVU por unidad de vivienda o habitantes.

El marco anterior, además de marcar el diseño de las redes verdes, ha sugerido la incorporación de elementos como la protección de los puntos de encuentro social, la evaluación de necesidades de la gente, apoyo a autoridades locales para desarrollar estándares de provisión y el fomento del uso de pequeños espacios⁴⁹ (DTLR, 2002). Esto garantiza un marco integral de planeación para el éxito del establecimiento de las AVU y garantizando su permanencia y disminuyendo costos que se presenten para lograr este objetivo.

1.6.2 Medidas de accesibilidad

La accesibilidad⁵⁰ a un espacio público se entiende en dos dimensiones: el primero es definido por ser un lugar donde muchas personas pueden acceder al espacio y al mismo tiempo es un lugar accesible porque las personas pueden realizar diferentes actividades (Bertolmi, 1999, citado en Pasaogullari y Doratli, 2004). El acceso es una dimensión clave en las AVU, ya sea un acceso físico o funcional (Bell *et al.*, 2008), y ambos elementos constituyen formas básicas de consideración para la planeación de espacios abiertos (Pasaogullari y Doratli, 2004). Algunos factores que afectan la accesibilidad son las vías de acceso (calles transitables o con auto), la red de transporte, el equipamiento, la dispersión y proximidad, la proximidad a zonas

⁴⁹ Las características de las redes verdes son (Bell *et al.*, 2008):

- Situadas adecuadamente: una red de espacio abierto, conectadas a rutas de tránsito, ayudando a fomentar el sentido de seguridad y desalentar el comportamiento antisocial.
- Diseño adecuado: Reducir el vandalismo, planes de mantenimiento, materiales duraderos y elementos de interés.
- Buen manejo: régimen de gestión y manejo en sintonía al tipo de espacio, durabilidad, hábitats para la vida silvestre, nivel actual de uso e intereses locales
- Adaptable: Capaz de servir a un número de funciones que se adapten a diferentes usos, proporcionando un rango de beneficios, como servicios ambientales y educación ambiental.

⁵⁰ La accesibilidad es la libertad o habilidad de las personas para satisfacer sus necesidades básicas a fin de mantener su calidad de vida (Lau y Chru, 2003, citado en Pasaogullari y Doratli, 2004).

residenciales y su atractivo físico y estético (Pasaogullari y Doratli, 2004; Barton, 2009).

La localización y diseño de las AVU son determinantes en la accesibilidad a espacios públicos, ya que representan la infraestructura verde urbana disponible para la población (Pasaogullari y Doratli, 2004). Los indicadores de accesibilidad y distribución geográfica de las AVU son los factores más importantes para el ocio y la vida en las ciudades, además de preservar la naturaleza (Sandström, 2002). El acceso a las AVU varía significativamente en los diferentes sectores de la sociedad, generalmente los sectores de bajos ingresos económicos son los que menos acceso tienen (Barbosa *et al.*, 2007; McConnachie y Shackleton, 2010; Bai *et al.*, 2005).

Una buena accesibilidad a AVU debe ser capaz de proporcionar una diversidad de actividades e incidir de forma positiva en su estilo de vida en todas las zonas de la ciudad⁵¹ (Pasaogullari y Doratli, 2004; Gorffenaf, 2002). Se ha visto que el tener entornos verdes cercanos estimula la actividad física diaria, al caminar o andar en bicicleta (Bell *et al.*, 2008; Barton, 2009). Esto se agrava con la evidencia que hay entre la actividad física y la proximidad a AVU (Van Herzele y Wiedemann, 2003). Otro estudio observó en variables socio-económicas y características demográficas, una relación positiva entre AVU y la percepción de salud de uno mismo, explicado por la facilidad de acceso (Vries *et al.*, 2003, citado en Tzoulas *et al.*, 2007). La accesibilidad a AVU también tiene una importante contribución en la calidad ambiental (Gorffenaf, 2002). Estudios han demostrado que pueden disminuir la temperatura, el nivel de ruido y la contaminación atmosférica (Gorffenaf, 2002; Morancho, 2003; Lang *et al.*, 2008). La accesibilidad a condiciones ambientales adecuadas representa una estrategia que mejore la planeación de la conservación de la biodiversidad, además de que integra a las comunidades urbanas de forma física y funcional (Barbosa *et al.*, 2007).

1.6.3 Estándares de superficie y cantidad de áreas verdes

Las mediciones de accesibilidad tienen una tradición desde el siglo XIX, con la preocupación de medir la provisión de AVU para la población. En 1876 Richard Baumeister introdujo el concepto de espacio verde por habitante, conocido como medidas de área. Posteriormente, en 1920 Anton Hoening propuso la medida de superficie total de área verde respecto al total del área urbana. Ambas mediciones proveen información que se sigue utilizando para identificar la dotación de AVU, siendo indicadores que determinan el grado de dispersión y de accesibilidad⁵² de las AVU (Pasaogullari y Doratli, 2004; Schöpfer *et al.*, 2005, citado en Lang *et al.*, 2008).

⁵¹ Algunos factores que han influenciado la percepción positiva para la utilización de AVU, y al mismo tiempo afectan la accesibilidad son la seguridad, el mantenimiento y la limpieza (Pasaogullari y Doratli, 2004; Barton, 2009; Van Herzele y Wiedemann, 2003).

⁵² Para los indicadores cantidad y disponibilidad de AVU en un sitio se definen dos atributos, la proporción de área verde respecto al total de la ciudad y la proporción de área verde por cada 1000 habitantes, de acuerdo al área administrativa (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

Los estándares sobre el mínimo de superficie de AVU fueron introducidos en 1944 a través de un plan de desarrollo urbano de Londres, donde establecía 40 m² de área verde por persona. Este tipo de indicadores también se conocen como medidas de base local (Ståhle A. 2010).

Los estándares de área verde respecto la superficie impermeable, representan las medidas de base local que han sido recientemente sugeridas por el English Nature de Inglaterra. Estos lineamientos son (tomado de Gorffena, 2002):

- Debe haber al menos un área verde accesible de 20ha, dentro de un radio de 2km desde casa.
- Debe haber al menos un área verde accesible de 100ha, dentro de un radio de 2km desde casa.
- Debe haber un sitio accesible de 100ha, dentro de 5km.
- Debe haber un área verde accesible de 500ha, dentro de 10km.

Las diferentes administraciones de las ciudades han optado por establecer lineamientos propios, determinando el tamaño de categorías de AVU y la distancia mínima a hogares (ver tabla 1.5).

Tabla 1.5. Lineamientos de espacios abiertos municipales para tres ciudades con políticas enfocadas a AVU

Administración municipal	Tipo de espacio verde	Tamaño mínimo (ha)	Distancia máxima (m)	Especificaciones
Lineamientos de espacios abiertos del programa de parques de Estocolmo, Suecia (2005)	Mini-parques	> 0.2	< 50	Espacios verdes
	Parques locales	> 0.3-0.6	< 200	Espacios verdes, zona de juegos
	Parques de distrito	>10-20	< 500-800	Espacio verde, zona de juegos, paz y tranquilidad, actividades recreativas
	Áreas naturales	> 1000	< 100	Desierto, zona con juegos, paz y tranquilidad, actividades recreacionales
Lineamientos de espacios abiertos de la administración ambiental de Finlandia, Finlandia (1998)	Parque local	1.5 - 3	300	Sin información
	Parque de recreación al aire libre	20 - 25	1000	Sin información
	Área de recreación al aire libre	100 - 200	1000 - 1500	Sin información
Lineamientos de AVU de la administración de Nanjing, China (1998)	Parque	1 - 100	Sin información	Su cobertura vegetal es representada entre un 55-97%. La entrada tiene un costo, y existen instalaciones dentro del área.

	Plaza	0.1 - 7	Sin información	Su cobertura vegetal es representada entre un 40-100%. Dominados por pasto y presentan escasa vegetación leñosa.
	Jardín	0.2 - 2	Sin información	Su cobertura vegetal es representada entre un 40-90%. Pequeños enclaves junto a las carreteras.
Informe de medio ambiente Milieuen Natuurrapport Vlaanderen: "MIRA", 2000	Áreas verdes residenciales	< 1	150	Sin información
	Colonias verdes	1	400	Sin información
	Región verde	5	800	Sin información
	Distrito verde	10	1600	Sin información
	Ciudad verde	60	3200	Sin información
	Bosque urbano	> 200 (pequeñas ciudades) y > 300 (grandes ciudades)	5000	Sin información

Fuentes : Ståhle, 2010; Pouta y Heikkilä, 1998 en Niemelä et al., 2010; Jim y Chen, 2003; Van Herzele y Wiedemann, 2003.

Nota: Se destaca el tamaño mínimo de área verde y la distancia en que deben encontrarse de los hogares de estos espacios.

Las medidas de base local varían en cada administración, las cuales fijan de acuerdo a criterios propios la forma en que se dotará el paisaje de AVU (ver ejemplos en la tabla 1.5). Estos lineamientos dependen de las condiciones particulares de las urbes y del ajuste de estándares internacionales, principalmente los citados por el English Nature.

1.6.4 Estándares de distancia máxima

La accesibilidad también ha sido determinada por medio de la distancia métrica desde los hogares hasta el parque, y ésta puede diferir en cada administración (Ståhle, 2010)(ver tabla 1.5, apartado 1.6.3). La distancia es el principal factor de uso de las AVU, y se ha comprobado su relevancia con la sociedad actual, lo que ha determinado el establecimiento de estándares (Gorffnaf, 2002; Van Herzele y Wiedemann, 2003).

La mayoría de los residentes visitan parques a pie y la gran mayoría son visitantes locales (Gorffnaf, 2002). Se ha identificado como umbral una caminata de 6 minutos desde la casa hasta el área verde, lo cual influencia una visita diaria. Cuando éste tiempo se incrementa, el número de visitas comienza a disminuir (ibíd., 2002). El ideal generalizado de distancia, ha establecido que las personas están dispuestas a caminar entre 100-400 metros, equivalentes a 5-20 minutos

aproximadamente (Jim, 2004; Van Herzele y Wiedemann, 2003; Barbosa *et al.*, 2007). Sin embargo, se ha establecido como tiempo máximo de caminata 15 minutos, cual representa un indicador de calidad ambiental en ambientes Europeos⁵³ (Stanners y Bourdeau, 1995, citado en Gorffnaf, 2002). El English Nature marca 300 metros como medida estándar en que un área verde debe encontrarse desde los hogares (Gorffnaf, 2002). El ajuste anterior a los estándares verdes permite reforzar la planeación de las AVU, guiando la política nacional o regional. Adaptar el enfoque de estándares puede facilitar la comunicación y negociación con otras disciplinas y partes interesadas (ibíd., 2002). Algunos países (Holanda, Suecia, Reino Unido, Alemania y EUA) han fijado criterios de distancia de acuerdo al tamaño del AVU (Van Herzele y Wiedemann, 2003; Barbosa *et al.*, 2007)(ver tabla 1.5).

Las mediciones a través de distancia también han sido estudiadas mediante la observación de las estructuras de las ciudades por donde los individuos se mueven para llegar a las AVU. Se ha utilizado la línea axial, la cual indica el camino que se está dispuesto a recorrer y los sitios que son utilizados para este recorrido. Un mapa de líneas axiales puede reflejar la accesibilidad cognitiva en el movimiento espacial en términos de direccionalidad y la red de AVU expresadas en este tipo de accesibilidad percibida (Stähle, 2010).

1.6.5 Integración de estándares cuantitativos y cualitativos para la evaluación de accesibilidad a áreas verdes

Definir los estándares cuantitativos de accesibilidad a AVU, como lo son la superficie total de área verde, área verde por habitante, superficie mínima de área verde y la distancia entre áreas verdes y hogares, se justifica por las siguientes razones (Gorffnaf, 2002; Chiesura, 2004):

- El contacto diario con la naturaleza es importante para el bienestar y calidad de vida
- Todo el mundo tiene derecho a disfrutar de la naturaleza, sin tener que hacer un viaje especial
- Las AVU coadyuvan a salvaguardar el tesoro natural y las características geológicas
- La accesibilidad a AVU permite aprender sobre la naturaleza y fomentar la protección de la misma
- Permite asegurar la provisión servicios ambientales en toda la ciudad sin ningún problema de acceso
- Brinda información sobre la provisión de AVU

⁵³ Las medidas de accesibilidad más estrictas son las del gobierno de Reino Unido, estableciendo la accesibilidad a AVU a una distancia de 300 metros, indicadas en el English Nature (Barbosa *et al.*, 2007; Gorffnaf, 2002). Los nuevos estándares en Singapur exigen a los nuevos centros un jardín local no menor a 0.2 hectáreas para 300 viviendas (Jim y Chen, 2003).

Sin embargo, se ha discutido que estos indicadores no reflejan la estructura de las AVU, ni la variedad de servicios ambientales implicados (Xu *et al.*, 2011). La información de indicadores cuantitativos no incorpora información como temas de calidad y manejo. Tampoco toman en cuenta el contexto local, la historia de desarrollo, cultura y demografía de las comunidades, así como la variación física y ambiental (Li *et al.*, 2005; Marriot, 1999, citado en Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). La distancia lineal a AVU puede ser inadecuada al no considerar la localización de puntos de acceso, barreras o rutas inseguras (Gorffnaf, 2002). Algunas críticas que han sido dadas desde el enfoque de estándares cualitativos de AVU son (ibíd., 2002):

- Falta de fundamento científico.
- Estándares cuantitativos tienden a ignorar la calidad, accesibilidad, recursos y sostenibilidad.
- La tendencia de establecer estándares universales no considera las necesidades de las comunidades locales y el contexto específico del paisaje urbano.
- No informan sobre la variación ambiental, geográfica y social.
- Los estándares son rígidos y no están adaptados a las necesidades de cambio.
- No son alcanzables y pueden ser vistos como inapropiados en áreas densamente construidas.
- La jerarquía de AVU son usados para evaluar déficits, pero pocas propuestas realistas se han hecho para aliviar las deficiencias identificadas. El manejo de estos espacios no está dirigido por estándares existentes.
- Falta de integración de diferentes tipos de estándares.

Los factores físicos deberán reflejar, además del uso del sitio y consideraciones de acceso, características socio-económicas como género, edad, cultura y origen étnico. La facilidad de acceso es el tema más importante para mejorar el uso a AVU y una barrera potencial (ibíd., 2002). Una solución es incorporar estándares locales, además de que la planeación deberá de definir la calidad ambiental para la planeación estratégica (ibíd., 2002)(ver figura 1.5).

La integración de diferentes métodos para evaluar la accesibilidad deberá reconocer también la dinámica ambiental que guardan las AVU dentro del área urbana, estableciendo criterios específicos que deberán ser incorporados en la planeación. La equidad social de accesibilidad a estos espacios deberá ser el precepto básico que guie la creación de AVU, además de parámetros de aptitud de uso de suelo para mejorar su funcionalidad.

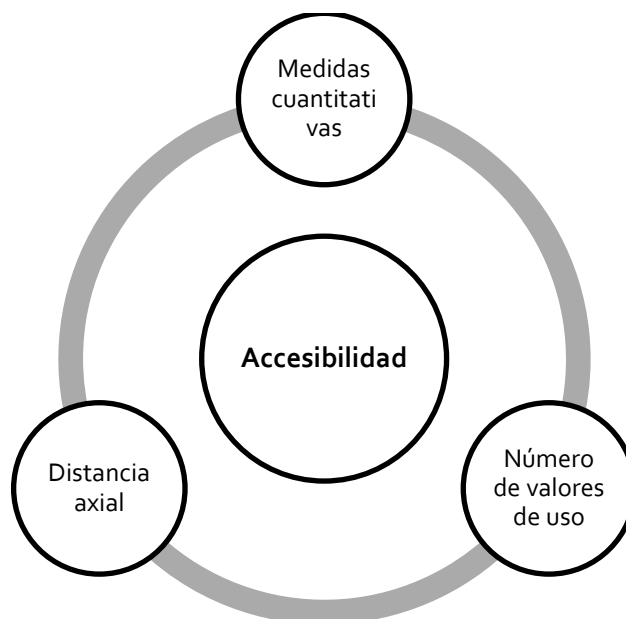


Figura 1.5 Evaluación integral de la accesibilidad a AVU

Fuente: Ståhle, 2010.

Nota: Las medidas cuantitativas refieren la superficie de área verde que se encuentra disponible en un rango de distancia determinado. El número de valores de uso se refiere al valor de uso directo, el cual refiere a acciones, experiencias y bienestar en el sitio⁵⁴. La distancia axial representa la accesibilidad cognitiva en el espacio en movimiento en términos de direccionalidad, siendo posible medir cuantitativamente la distancia en los cambios de dirección y prediciendo los flujos de peatones hacia las AVU.

1.6.6 La precariedad como indicador socio-económico de accesibilidad

La vulnerabilidad social y pobreza de la población urbana pueden ser determinadas desde tres diferentes conceptos: pobreza urbana, precariedad y tugurio (Jordán y Martínez, 2009). Las AVU y la precariedad urbana mantienen una relación estrecha, ya que mientras la pobreza refiere a la capacidad de acceder a bienes mínimos, la precariedad hace referencia a la oferta y demanda de servicios sociales básicos. Lo anterior resalta la noción de acceso a bienes sociales, por lo que de acuerdo a la revisión bibliográfica de la importancia de las AVU, éstas representan bienes públicos fundamentales de los barrios urbanos. Una mejor accesibilidad a AVU podría disminuir la precariedad urbana, al ser elementos fundamentales para la población por su funcionalidad asociada, impactando directamente su calidad de vida.

La precariedad urbana se define como la proporción de hogares que no tienen cubiertas sus necesidades habitacionales, como la materialidad de la vivienda, acceso a servicios (agua y saneamiento) y la tenencia de la tierra (Winchester, 2008). De esta forma, la precariedad se presenta como un indicador directo de la vulnerabilidad social de los habitantes urbanos. El concepto de

⁵⁴ El número de valores de uso puede ser analizado como la diversidad (número de valores de uso) o como significancia (valor).

precariedad refiere de forma específica a las características deficitarias cualitativas del hábitat de las familias (ibíd., 2009). Las variables tienden a remarcar las viviendas y hábitat precarios, en lugar de personas pobres.

La relación que guarda la precariedad con las AVU puede entenderse desde diferentes ángulos. Se ha aceptado que el concepto de precariedad puede vincularse con factores que afecten el hábitat urbano y barrial (ibíd., 2009). Las AVU urbanas determinan las condiciones prósperas para incrementar la actividad social, a través de la integración estructural de los barrios urbanos y enlaza redes sociales de los barrios cercanos (ver apartado 1.3.1). Hernández (2010) explica que los sujetos en condiciones precarias comúnmente son excluidos de los espacios urbanos legales y relegados a espacios periféricos de poca atención. Lo anterior determina el papel determinante de las AVU en la disminución de la exclusión social de áreas precarias, y su impacto sobre la integración de la población al tejido urbano.

1.7 Conclusiones generales del Capítulo I

Las AVU representan uno de los elementos más importantes para aliviar la degradación ambiental en las ciudades. Su importancia infiere en la esfera social, ecológica, de planeación, salud y económica. Esta evidencia hace a estos espacios rectores en las acciones que instrumentemos hacia una sostenibilidad urbana. La funcionalidad en estos espacios tiene que ser entendida bajo una perspectiva multidisciplinaria, con el fin de aprovechar cada uno de los servicios ambientales que podemos obtener. De la misma forma, las aproximaciones metodológicas que se construyan deberán de incorporar la complejidad en torno a la percepción de los habitantes, la configuración espacial de las áreas en la ciudad, su composición de equipamiento y vegetal, el estado general del área y la población a la que influencia. Los marcos conceptuales integrales sobre AVU evidencian la incorporación de información novedosa en su diseño y mantenimiento. El modelo de red verde puede ayudar a tener una visión amplia sobre la integración de la infraestructura verde en las ciudades, permitiendo su mejora y sostenimiento a largo plazo. Éste modelo no solo impacta la integridad y funcionalidad de las áreas, también mejora la accesibilidad de los usuarios a AVU de alta calidad.

CAPÍTULO II. El rostro de las áreas verdes frente a la degradación ambiental de sus centros urbanos

2.1 Estado de la población mundial y el crecimiento urbano

El año 2011 se ha caracterizado por alcanzar los 7 mil millones de personas, según estimaciones de la ONU. Aunque en los últimos años las parejas tienen menos hijos que en décadas pasadas, la cantidad de personas continúa aumentando⁵⁵ (ONU–HABITAT, 2011). El crecimiento más importante del siglo XX se presentó en el periodo de 1950 hasta el 2000, donde la reducción de la tasa de mortalidad y aumento de la tasa de natalidad de la población permitió alcanzar los 6100 millones de personas (dos veces y media la población total de 1950) (Graizbord, 2007). Se prevé que para el 2050 la población llegue a los 9300 millones de personas, y finalizar el siglo con 10 mil millones de personas⁵⁶ (ONU–UNFPA, 2011).

El estado actual de las ciudades frente a los 7 mil millones de personas ha visto acelerado su crecimiento hacia sus áreas metropolitanas. Este crecimiento se presenta a través de corredores densamente poblados que absorben ciudades de menor tamaño, denominándolos como conglomeraciones urbanas (ONU–HABITAT, 2011; Sánchez, 2007). El crecimiento de las urbes y de la población han superado las estimaciones, ya que se afirmaba que en el 2030 el 60% de la población viviría en las ciudades (Bolund y Hunhammar, 1999). Las evaluaciones más recientes de la dinámica poblacional han calculado que durante el 2007 la mitad de la población ahora vive en zonas urbanas, con una tasa de crecimiento demográfico en constante crecimiento (ONU–UNFPA, 2007; Graizbord, 2007).

La caracterización de las ciudades con el mayor número poblacional se ha identificado en áreas con menos de la mitad de 1 millón de habitantes, y solo un 10% vive en ciudades con más de 10 millones de habitantes (Bai *et al.*, 2005). De esta forma, las ciudades medias (áreas urbanas que presentan entre 100,000 y 1'000,000 de habitantes) desempeñan un papel preponderante en la transformación de su dinámica y de su territorio. Este conjunto de tendencias poblacionales ha dado pie a que el siglo XXI haya sido considerado como el siglo metropolitano o incluso, lo han nombrado “Homo urbanos” (Miller, 2008).

2.2 El crecimiento urbano en América Latina

América Latina y el Caribe representan la región más urbanizada del mundo, donde el 80% de su población vive actualmente en las ciudades (ONU–HABITAT,

⁵⁵ El crecimiento acelerado de la población es un fenómeno reciente, ya que hace 2 mil años, la población mundial era de trecientos millones de personas. En un lapso de 1600 años esta cantidad se duplicó (ONU – HABITAT, -B 2011)

2012). El proceso de urbanización comenzó a partir de la posguerra y se vio impulsada por la industrialización, basado en la sustitución de importaciones y la expansión de los mercados internos (Jacobi, 1994). Sin embargo, la urbanización que definió a los países latinoamericanos se presentó a partir del decenio de 1970, caracterizado por su ritmo acelerado de crecimiento urbano (Pinto, 2002). El dinamismo económico provocó un importante proceso migratorio del campo a la ciudad, donde la concentración de la población en las ciudades reforzó la metropolización (Jacobi, 1994; Graizbord, 2007).

La década de 1980-1990 se caracterizó por ser un periodo de profundos cambios económicos, sociales y políticos para los países latinoamericanos. Los factores afectados por este dinamismo fueron la disminución de la tasa de fecundidad, la concentración de ciudades intermedias (las grandes ciudades dejaron de ser el polo de atracción de migrantes rurales) y crecimiento de asentamientos humanos sobre áreas metropolitanas (Pinto, 2002; Sánchez, 2007).

El nivel de urbanización en la década de 1990-2000 pasó del 71% al 75%. La población urbana para el año 2000 era de 380 millones de habitantes, rebasando a la población rural, la cual tenía 127 millones de habitantes.

Las estimaciones más recientes sobre la población de América Latina, la colocan cerca de los 588 millones de habitantes (ONU-UNFPA, 2012). El crecimiento demográfico ha perdido fuerza, sin embargo, el crecimiento de sus manchas urbanas es mayor que al de su población (ibíd., 2012). Las ciudades intermedias se presentan como los sistemas con mayor equilibrio en el acceso a servicios que han dotado a su población. Lo anterior plantea un reto para la sostenibilidad de estas ciudades, la cual continuará ejerciendo una presión importante sobre los recursos que su población creciente requiere.

2.2.1 Las ciudades intermedias dentro de los procesos de urbanización en América Latina

La ciudad intermedia se define principalmente por su población (50 mil a 1 millones habitantes). Sin embargo, se ha mencionado que su principal característica es su papel y función en el territorio circundante, siendo centros de referencia para el mantenimiento de la dinámica de flujos y relaciones entre pueblos y ciudades (Ayuntamiento de Lleida *et al.*, 1999). La importancia de las ciudades intermedias yace en su alto crecimiento poblacional. En América Latina se ha visto un proceso de disminución del crecimiento de las ciudades más grandes, principalmente las ciudades capitales, como las de Argentina, Colombia, México y Venezuela (Pulido, 2003). La dinámica demográfica fue más sobresaliente en las ciudades intermedias, explicado por los cambios durante la década de los ochentas sobre la internacionalización de la producción (cambios económicos, políticos, culturales y sociales), generando nuevas configuraciones en el orden espacial de la dinámica urbana y manifestando la emergencia de nuevos espacios distintos a las ciudades

metrópolis (Pulido, 2003; Jordan y Simioni, 1998). La dinámica demográfica de las ciudades intermedias ha sido mayor a la de grandes metrópolis de América Latina, por lo que se espera que el crecimiento urbano sea más acelerado en estas regiones del mundo (Jordan y Simioni, 1998).

Actualmente, en las ciudades intermedias y pequeñas reside la mayor parte de la población urbana, y su ritmo de crecimiento continúa siendo poco más elevado que las grandes ciudades. Dentro de sus beneficios se encuentra un ambiente propicio para impulsar el crecimiento económico y social, además de la posibilidad de asumir un patrón de desarrollo urbano mejor planeado y sostenible con una gestión innovadora (ONU–UNFPA, 2012). Las ciudades intermedias mantendrán su dinamismo demográfico hasta el 2030. Estas ciudades representan los lugares con mayores niveles de urbanización y se espera que esta tendencia continúe⁵⁷ (ONU, 2000; ONU–UNFPA, 2007; Sánchez, 2007; ONU–UNFPA, 2012). Lo anterior permitirá un equilibrio en la red de ciudades, así como una mayor diversificación (ONU–UNFPA, 2012).

2.3 La transformación de los centros urbanos en México

México en el siglo XXI tiene una sociedad predominantemente urbana, tres cuartas partes de la población total se encuentran en las ciudades. El modelo de expansión territorial de sus ciudades ha sido discontinuo, disperso y de baja densidad (ONU–HABITAT, 2011). El desarrollo urbano y el crecimiento poblacional durante el siglo XX, se ha dividido en tres grandes fases relacionadas con la evolución económica del país: concentración de la población en áreas urbanas y distribución territorial de los asentamientos humanos (Sobrino, 2011: página 1).

La primera fase abarcó desde 1900 hasta 1940, con un aumento poblacional de 13.6 a 19.7 millones de habitantes. El dinamismo demográfico fue calificado como escaso, debido a la alta tasa de natalidad y significativa tasa de mortalidad. El grado de urbanización⁵⁸ durante este periodo fue del 10.6% al 20.1% (Sobrino, 2011; Garza, 2002; ONU–HABITAT, 2011).

La segunda etapa se presentó en los periodos de 1940 a 1980, donde la política económica basada en la sustitución del modelo de importaciones, proteccionismo comercial, subsidios y concesiones a la industria, así como atención al mercado interno, permitieron aumentar la riqueza nacional. A la par de las medidas económicas optadas, la población se incrementó de 19.7 a 66.8 millones de habitantes, producto de la alta tasa de natalidad y drástica caída de la tasa de mortalidad. También se favoreció la concentración de la población en áreas

⁵⁷ América Latina, América del Norte y Europa son comparables en su nivel de urbanización (Bai *et al.*, 2005).

⁵⁸ El cálculo del grado de urbanización más aceptado en México, es el referido al porcentaje de la población residente en localidades de 15 mil y más habitantes con respecto a la total nacional (Sobrino, 2011).

urbanas, algunas incluso rebasando los límites político-administrativos. Otro elemento que permitió el crecimiento urbano, además de las altas tasas de natalidad, fue la migración de zonas rurales a urbanas. El grado de urbanización se elevó de 20.1% al 51.8%, acompañado de una profunda desigualdad económica y social (Ruíz, 1999; Sobrino, 2011; Ávila, 1998; HABITAT-ONU, 2011; León, 2008; Ávila, 2007).

La última y tercer etapa comenzó en la década de los ochentas, con un cambio en el modelo económico adoptado en el periodo anterior, producto del agotamiento del modelo de sustitución de importaciones y desbalance de las finanzas públicas. El modelo fue orientado a la apertura comercial y disminución del papel del Estado en decisiones económicas (Ávila, 2007; Garza, 2002). De esta forma, durante el periodo de 1980 al 2010, la población aumentó casi el doble, de 66.8 a 112.3 millones de habitantes. Se apreció una significativa caída de la tasa de natalidad y una baja en la tasa de mortalidad. Además se presentaron procesos migratorios internacionales, principalmente hacia EUA. El grado de urbanización cambió de 51.8% al 62.5%, sobresaliendo el crecimiento poblacional de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Esta ciudad pasó del principal polo de atracción de migración interna, al mayor nodo de expulsión⁵⁹. Junto con este proceso, también se apreció el crecimiento de las urbes de mayor tamaño (ciudades intermedias) en el centro y norte del país, cambios en el patrón de la migración interna, predominando los flujos urbano-urbano; consolidación de la dimensión metropolitana (la emergente unificación de áreas urbanas), y por último, la institucionalización de la planificación territorial en el país (Sobrino, 2011: 2).

Las consecuencias de este desarrollo urbano acelerado son descritas como:

Las ciudades más dinámicas y ricas, sumado el proceso de emigración, tienen un crecimiento acelerado con una nula planeación del suelo, observado en la ocupación del territorio. Esta situación revela la ilegalidad de la ocupación de tierras dedicadas a la agricultura o reservas naturales, las cuales además de ser deficientes en condiciones físicas de equipamiento urbano, conllevan un elevado costo económico de equipamiento e infraestructura necesaria para proveer los servicios a la población que reside en estas zonas. Estas áreas deterioradas y marginadas corresponden a la periferia de la ciudad, lo que contribuye a la segregación residencial. Esta segregación se aprecia en habitantes de recursos más altos, los cuales intentan separarse y resguardarse en entornos que brinden seguridad, exclusividad, calidad ambiental y funcionalidad (León, 2008: 27).

El reto de las ciudades intermedias se presenta en el aseguramiento de condiciones de habitabilidad para todos los habitantes urbanos. Las políticas

⁵⁹ Estudios de migración han demostrado el fenómeno de suburbanización en expansión, por ejemplo se ha visto que parejas con niños son los primeros en abandonar los centros urbanos, y sumado a la baja inmigración, representa una alta pérdida de hogares jóvenes (Willaert, 1999, citado en Van Herzele y Wiedemann, 2003).

optadas deberán de obedecer a estrategias de desarrollo incluyentes de todos los rubros, mismos que consideren el crecimiento futuro que sus centros urbanos. El factor más importante será la planeación, lo cual permitirá evitar los grandes problemas ambientales que las metrópolis presentan actualmente.

2.4 El crecimiento urbano de la ciudad de Morelia

El desarrollo urbano de la ciudad de Morelia durante el siglo XX se reconoce como el periodo más dinámico, y en donde se aprecian grandes transformaciones de su extensión y población. A continuación se analiza este crecimiento en los tres periodos caracterizados por varios autores.

El primer periodo comenzó durante los años 1910 a 1921, durante el periodo revolucionario. La población sufrió descensos significativos, pasando de 40,042 habitantes en 1910 a 31,148 en 1920 (tabla 2.1) (Ávila, 1991). El comportamiento de la población podría estar relacionado con periodo post-revolucionario.

El segundo periodo comprende los años de 1921 a 1970, caracterizado por un importante desarrollo regional fijado durante la década de 1930-1940. Esto favoreció el impulso de la economía, y a su vez el crecimiento poblacional más importante de la ciudad (Ávila, 2007, Hernández y Vieyra, 2010). El crecimiento de la población durante este segundo periodo pasó de 31,148 habitantes en 1921 a 161,040 habitantes en 1970 (Ávila, 1998; Vargas, 2008; Hernández y Vieyra, 2010) (tabla 2.1). Las explicaciones a este crecimiento poblacional se aprecian en el aumento del dinamismo económico (mejora de las condiciones de vida por las oportunidades de empleo), provocando fenómenos migratorios del interior del estado a la ciudad de Morelia (Hernández, 1991). Otros factores que contribuyeron al crecimiento poblacional fueron las altas tasas de natalidad y el descenso de los niveles de mortalidad de la población⁶⁰ (Schwartz, 1967 y Commons, 1972, citado en Ávila, 1998). La expansión urbana, vinculada con el crecimiento poblacional de este periodo, debe su impulso al aumento de asentamientos humanos sobre los límites de la ciudad hacia áreas agrícolas, en donde se asentó la población más pobre (Schwartz, 1967, citado en Ávila, 1998; Hernández y Vieyra, 2010, Hernández, 2011).

El último periodo abarcó de 1971 a 1990, donde la población llegó a los 428,486 habitantes, impactando las tasas de crecimiento urbano de Morelia (Hernández, 2011). La tasa de crecimiento de la población llegó a un 3.7%, cifra

⁶⁰ A partir de la posguerra, como lo hemos indicado en el apartado 2.2, varios países latinoamericanos contribuyeron al proceso de explosión demográfica. Este proceso se reflejó en la ciudad de Morelia, aún sin tener un importante número de trabajadores industriales (Vargas, 2008). Las transformaciones económicas y sociales de la década de 1930-1940, contribuyeron al dinamismo demográfico y espacial de las siguientes décadas. Los cambios durante la década de 1960-1970, junto con la atracción de incentivos fiscales y créditos, permitieron el desarrollo de la industria y comercio, también el aumentó la actividad de bancos, escuelas y dependencias del estado. Estos factores permitieron se elevara la migración de personas de todo el estado a la ciudad moreliana⁶⁰. En 1985 la ciudad comienza a ser receptora de población proveniente de la ciudad de México (Ávila, 1998; Hernández, 1991; Ávila, 2007).

mayor a otras áreas urbanas de mayor tamaño que la ciudad de Morelia (Ávila, 1998 y 2007) (tabla 2.1). Esto favoreció los constantes desplazamientos hacia la periferia de la ciudad, ocupando suelos de difícil acceso para la dotación de servicios, marcados por su irregularidad en la tenencia del suelo y situados en zonas naturales de anegación (Hernández y Vieyra, 2010).

La dinámica poblacional de los últimos veinte años ha denotado los efectos del patrón constante de crecimiento de la ciudad de Morelia y de su población. En este contexto, hacia 1990 la ciudad estaba conformada por 256 colonias en una superficie de 54,273 hectáreas con un total de 480,269 habitantes (Tapia y Vargas, 2006, citado en Hernández y Vieyra, 2010). Mientras que para el año 2000 la ciudad presentaba un total de 549,996 habitantes, incrementando a 350 el número de colonias (Hernández y Vieyra, 2010).

Algunas de las nuevas colonias más pobres de la ciudad se encuentran en lugares con importantes pendientes, con fallas o fracturas geológicas, zonas inundables, sobre gasoductos y poliductos, cercanas a zonas industriales, zonas de paso de vías de tren y cercanas a cauces naturales (Ávila, 1998; Vargas, 2008). A la problemática anterior se le suma la carencia de servicios básicos urbanos (agua potable, luz, drenaje, electricidad, transporte, pavimentación) (Hernández y Vieyra, 2010). De esta forma, las consecuencias de la dinámica poblacional y económica en la ciudad de Morelia durante el siglo XX y los primeros años del siglo XXI, han reflejado la carencia de una estrategia de planeación para frenar la expansión urbana, misma que disminuya el proceso excluyente de periferización. El proceso tiene implicaciones serias por la falta de infraestructura y equipamiento que garantice condiciones de vida aceptables y mejore el bienestar de la población más pobre.

Tabla 2.1 Adaptación propia, donde se muestra las tasas de crecimiento poblacional del siglo XX y principios del siglo XXI

Periodo	Tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de Morelia
1921 - 1920	2.8
1930 - 1940	1
1940 - 1950	3.6
1950 - 1960	4.8
1960 - 1970	4.8
1970 - 1980	6.3
1980 - 1990	3.7
1990 - 2000	2.3
2000 - 2010	1.6

Fuentes: Ávila (1991); Vargas (2008); SEDESOL (2004); Ávila (2007).

Actualmente, el Censo del 2010 (INEGI) indica que la población del municipio de Morelia es de 729 279 habitantes, lo que representa un 16.8% de la población total del Estado de Michoacán. La ciudad concentra la mayor densidad poblacional comparada con otras ciudades del interior de estado (INEGI, 2010). La superficie urbana en el 2010 cubre 10,382 hectáreas, un crecimiento casi tres veces mayor al del 2000 (ver tabla 2.2).

Tabla 2.2 Evolución del crecimiento de la superficie urbanizada de la ciudad de Morelia en el siglo XX y principios del siglo XXI

Periodo	Total de superficie urbanizada (ha) de la ciudad de Morelia
1913	433
1930	584
1950	724
1960	1002
1970	1377
1980	1898 ~ 2040
1990	2216 ~ 5427.3
2000	3605 ~ 9134
2010	10382

Fuente: Vargas (2008), INEGI (2010)

El Instituto Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia (INDUM), ha explicado que el crecimiento urbano ha aumentado el doble durante el periodo del 2000 a 2010. Este crecimiento se apreció en la cantidad de hectáreas que se destinaron como asentamientos humanos, pasando de 10,301 hectáreas que se tenían estipuladas en el año 2000 a 20,120 hectáreas para el año 2010. Bajo este escenario, el municipio ha reconocido que el principal problema de la ciudad es el crecimiento desmedido de la mancha urbana. También se declara totalmente superado en la falta de recursos económicos para afrontar las necesidades básicas de estos nuevos asentamientos (Álvarez, 2011). La responsabilidad del municipio sobre la autorización de desarrollos inmobiliarios legales, sin una estrategia para la oferta de suelo urbanizable de bajo riesgo para la población más pobre, representan los problemas del desarrollo urbano de la ciudad de Morelia. Lo anterior se expresa en la periferización que ya ha sido reconocida, y detrimento de las condiciones de vida por la inadecuada o falta total de infraestructura urbana que mejore la calidad de vida de la población.

Un último elemento que dificulta el control de la expansión urbana, es que ésta ha ocupado tierras de origen ejidal. La ciudad de Morelia se encuentra rodeada de ejidos, los cuales no cuentan con un certificado que verifique su aptitud urbanizable en términos de su edafología, geología y topografía (PDCUCPM, 2010). El proceso anterior ha dado pie a que los asentamientos que se encuentran sobre

muchos de estas tierras, carezcan del reconocimiento del Municipio en sus programas sociales, lo cual vulnera aún más su condición de los asentamientos irregulares. De esta forma, la tenencia de la tierra puede ejercer un papel que dificulte incrementar la cantidad de área verde si no se reconoce a la diversidad de actores que son dueños de los terrenos no urbanizados.

2.5 Principales impactos ambientales del crecimiento urbano

La urbanización se caracteriza por un incremento de la densidad de la población humana, y por el desarrollo de infraestructura comercial e industrial (Smith *et al.*, 2005). El crecimiento de la población y la migración a áreas periurbanas son los principales factores que contribuyen al rápido crecimiento urbano (Davies *et al.*, 2008; Zhou y Wang, 2011). El desarrollo de los centros de población tiene consecuencias ambientales y socio-económicas, los cuales se agravan con los patrones de crecimiento poblacional actuales y la falta de estrategias para atenderlos.

El proceso de urbanización, visto como el mayor homogeneizador del paisaje, causa profundos cambios en el funcionamiento ecológico de las áreas en que se encuentran, resultando gradualmente en nuevos tipos de paisajes, patrones y cambios en las estructuras de la ciudad (Xu *et al.*, 2011; Heidt y Neef, 2008). Estos cambios y la rápida tasa de crecimiento de las ciudades, influyen determinantemente en la funcionalidad ecológica de los paisajes urbanos (Qureshi *et al.*, 2010; Zhou y Wang, 2011; Rees, 1997, citado en Reyes y Figueroa, 2010; Davies *et al.*, 2008).

Las áreas urbanas en el año 2000 ocupaban el 4% de la superficie del planeta, más de 4.71 millones de km² (Smith *et al.*, 2005; Bai *et al.*, 2005; ONU, 2007 – UNFPA). El hecho anterior representa importantes cambios globales ambientales que afectan, y serán afectados, por la dinámica de los ecosistemas distantes y de los propios ecosistemas urbanos. Algunos de los grandes problemas ambientales que se plantean por crecimiento desmedido de las ciudades son (Grimm *et al.*, 2008; Grove y Burch, 1997; Young, 2010; Zipperet *et al.*, 2000; Binford y Buchenau, 1993, citado en Reyes y Figueroa, 2010):

- Cambio de uso de uso y cubierta del suelo: El impacto de la urbanización y su población es causante del 78% de las emisiones de carbono, consumen el 60% del agua para uso residencial, y el 70% de la producción de madera total tiene asociado un uso urbano. Al mismo tiempo, el cambio de uso de suelo para construir ciudades y soportar demandas de las poblaciones urbanas son agentes de cambio ambiental⁶¹.

⁶¹ Las ciudades necesitan de grandes superficies de tierra para sus recursos y desechos. El estudio de Folke *et al.* (1997) ha demostrado que grandes ciudades del Mar Báltico se sostienen de ecosistemas de 500-1000 veces más grandes que las mismas ciudades (Bolund y Hunhammar, 1999: 393).

- Alteración a ciclos biogeoquímicos: El transporte e industria de centros urbanos son responsables de la producción de bióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en grandes cantidades. Esta contaminación supera la capacidad social de implementar medidas para su control. La basura es el principal agente de alteración de los ciclos biogeoquímicos a nivel mundial.
- Cambio climático: El efecto de isla de calor urbano es el mayor ejemplo de la modificación del clima urbano. Estas temperaturas ejercen influencia sobre los ecosistemas y agravan el fenómeno del cambio climático.
- Modificación de sistemas hidrológicos: Los hidro-sistemas se han modificado a través de flujos, ríos, canales y canales de inundación. Otros factores que afectan la hidrología urbana son las superficies impermeables, alterando la composición del agua y acumulando contaminantes. Estos cambios influyen alteraciones en el ambiente químico, exponiendo contaminantes, simplificando estructuras geomorfológicas y concentran nutrientes que afectan el ecosistema.
- Cambios en la biodiversidad: La urbanización reduce la biodiversidad y simplifica comunidades bióticas, provocando una reducción de especies nativas.

El impacto ambiental de las ciudades se expresa en las condiciones de vida de sus habitantes, los cuales sufren los efectos de la dinámica urbana. Las nuevas generaciones serán las más afectadas por estos cambios, así como por la pérdida de un contacto más estrecho con el medio que se encuentra fuera de las ciudades.

2.5.1 Consecuencias de la urbanización sobre las áreas verdes

Las AVU se han desarrollado paralelamente con la evolución de la civilización y la sociedad (Jim y Chen, 2009). Sin embargo, estos espacios públicos comenzaron a declinar desde la segunda mitad del siglo XX, seguido por el recién crecimiento de las ciudades desde finales de 1980, especialmente en países en desarrollo⁶² (Pasaogullari y Doratli, 2004). En las grandes ciudades de América Latina, el producto de la historia de la urbanización precaria y explosiva de la segunda mitad del siglo XX, ha dejado a las ciudades con un déficit de AVU (Reyes y Figueroa, 2010).

El proceso de expansión de la urbanización se inserta sobre áreas agrícolas y naturales, a través del cambio de los diferentes tipos de AVU (pastos, bosques y tierras agrícolas, estas últimas son las más afectadas) a superficies impermeables (Pickett *et al.*, 1997). También es apreciable la fragmentación de estos espacios, o la reducción de su tamaño, disminuyendo la heterogeneidad en los patrones y distribución del uso de suelo urbano (Zhou y Wang, 2011). Las AVU establecidas (parques, plazas y jardines), registran un aumento en la densidad de construcciones que le rodean, contribuyendo a su aislamiento y paulatino deterioro (ibíd., 2011).

⁶² Se han señalado cambios recientes en el total de las áreas verdes en los últimos diez años, expresados en el incremento o decremento del área total de espacio verde (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009).

La expansión urbana continua afectando negativamente las AVU locales, mediante procesos de fragmentación y aislamiento⁶³ (Conway, 2006; Grimm *et al.*, 2008). El resultado del anterior tiende a declinar la capacidad de los ecosistemas para proveer servicios ambientales, que junto con las tendencias actuales del crecimiento poblacional, provoca un aumento de su demanda (Bai *et al.*, 2005). La afectación al medio natural eleva los costos por la recuperación o restauración del agua, suelo, vegetación, entre otros (León, 2008). A su vez, estas condiciones disminuyen la oportunidad de que pobladores urbanos tengan un contacto cercano con la naturaleza. (Li *et al.*, 2005; Kong y Nakagoshi, 2006; Qureshi *et al.*, 2010).

La falta de planeación ante los procesos de rápida expansión urbana ha dejado una mínima y mal distribuida dotación de AVU al interior de las ciudades. Las áreas se concentran principalmente en áreas centrales de la ciudad o donde residen los grupos con mayor capacidad económica (León, 2008). En contraste, las áreas periféricas y suburbanas presentan un importante número de habitantes, que a su vez, tienen un gran déficit de AVU (Zhou y Wang, 2011; León, 2008). Las AVU se encuentran en el centro de este trastorno, debido a la presión por desarrolladores y requerimientos comerciales y residenciales (Qureshi *et al.*, 2010).

Un ejemplo del impacto de la urbanización sobre las AVU para nuestro país, se ilustra en el caso de la Ciudad de México, donde la superficie que se compone de estos espacios está reduciéndose a una tasa de 3.7% anual (Kong y Nakagoshi, 2006). En la mayoría de las ciudades asiáticas, los conflictos entre urbanización y las limitadas tierras productivas, se suman a la inadecuada dotación de AVU para la población humana y la vida silvestre (Jim y Chen, 2003). Estudios de tendencias de urbanización en varias ciudades de Bélgica han demostrado una disminución de AVU en el futuro de no modificar los patrones actuales. Lo anterior no solo afecta su cantidad, también afecta la calidad y relaciones culturales con estos espacios (Van Herzele y Wiedemann, 2003: 114-124).

El problema de déficit de AVU tiene que adicionársele la carencia en su estado físico, con poco mantenimiento y nulo cuidado. Lo anterior se explica por el acceso mínimo a recursos materiales, económicos y humanos que destinan las autoridades a estos espacios. Las AVU quedan sujetas a acciones vandálicas y a su destrucción (León, 2008).

El conjunto de tendencias negativas anteriores refleja el desinterés de la población urbana por mantener sus AVU. Las implicaciones sociales y espaciales de los nuevos estilos de vida, valores y actitudes hacia la naturaleza y la sostenibilidad, darán lugar a su alta demanda (Li *et al.*, 2005; Xu *et al.*, 2011). Las AVU, aún con problemas en su condición actual, desempeñan un papel vital en la formación de las

⁶³ La cantidad de tierra explotada por carreteras y edificios se ha incrementado a expensas de las áreas verdes y parques, los cuales actualmente tienen una oferta limitada, afectando la biodiversidad urbana (Yokohari *et al.*, 1994, citado en Reyes y Figueroa, 2010).

ciudades modernas, al ser motores de regulación del metabolismo urbano⁶⁴ (Sinemillioglu *et al.*, 2010; Qureshi *et al.*, 2010). Una alta calidad y cantidad de AVU representa una buena planeación y gestión de la ciudad, lo que se refleja en la salud de la población humana, de la vegetación y de vida silvestre (Jim, 2004; Bolund y Hunhammar, 1999; Li *et al.*, 2005; Sinemillioglu *et al.*, 2010). La calidad del ambiente urbano necesita hacer énfasis en la composición, extensión y acceso a AVU dentro de las áreas urbanas (Davies *et al.*, 2008), si se desea mejorar las condiciones de habitabilidad de las ciudades.

2.6 Indicadores del estado actual de las áreas verdes de la ciudad de Morelia

La planeación en la ciudad de Morelia, como en las demás ciudades de Michoacán, instauraron la mayoría de las AVU durante el periodo colonial y hasta las últimas décadas del siglo XIX (León, 2008; Vargas, 2008). Sin embargo, la mayoría se establecieron sin lineamientos para su dosificación y ubicación, sin criterios de diseño elementales; además de desconocer las características, funciones y usos de plantas y árboles (León, 2008). El hecho anterior se ha traducido en una distribución desigual de las AVU. Los centros históricos y las zonas residenciales de personas con mayores recursos económicos tienen la mayor superficie de estos espacios (León, 2008). A lo anterior se le agrega la ausencia de una planificación detallada sobre los elementos de diseño de las AVU, los cuales mejoren la funcionalidad y auto-regulación de las áreas.

La falta de mantenimiento e inversión de autoridades estatales y municipales sobre el total de las AVU de Morelia, ha provocado su deterioro paulatino, e incluso la pérdida irremediable (León, 2008; Bai *et al.*, 2005). Además, los procesos de crecimiento urbano y poblacional (lo cual se expresa en la demanda de tierra y desarrollo intensivo de la nueva infraestructura), generan una presión constante sobre los pocos AVU sobrantes de la ciudad (Vargas, 2008; Ávila, 1998; Barbosa *et al.*, 2007; Sinemillioglu *et al.*, 2010). Lo anterior se traduce en un decremento de las AVU y la pérdida de identidad de la ciudad. Además se crean dificultades en la accesibilidad a estos espacios, al verse afectados por la intromisión del desarrollo urbano que disminuyen su superficie (Sinemillioglu *et al.*, 2010).

⁶⁴ El interés de la mejora de las AVU como elementos que pueden beneficiar a las ciudades y a sus habitantes, las convierten en temas fundamentales de planeación urbana (Reyes y Figueroa, 2010). La Comisión Europea dentro de la política de los centros urbanos, ha elevado el nivel de importancia de estos espacios frente a la amenaza de crecimiento urbano no planeado (Yokohari *et al.*, 1994, citado en Reyes y Figueroa, 2010).

2.6.1 Marco legal de las áreas verdes de Morelia

La conservación de las AVU de Morelia, aún con los procesos de deterioro reconocidos anteriormente, tienen un reconocimiento gubernamental establecido en códigos, programas de desarrollo y reglamentos. Este marco legal define la forma en que estas áreas son entendidas, valoradas, diseñadas, mantenidas y protegidas.

El diseño y definición de una posible estrategia sobre una política de AVU, se encuentra asentado en el Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán (CDUEM). Esta ley especifica de lo general a lo particular, la importancia de áreas de preservación ecológica, reservas y áreas verdes. A su vez, determina la responsabilidad de autoridades y ciudadanos en la participación conjunta del cuidado de sus AVU.

La estrategia de reverdecimiento de la ciudad tendría que ser planificada por medio del Programa de Desarrollo Urbano, construido a partir de Planes de Desarrollo Urbano. El conjunto de Planes de Desarrollo Urbano representan propuestas modificables que han sido pactadas entre autoridades municipales y la ciudadanía. El Programa de Desarrollo Urbano se desprende del CDUEM, señalando los acuerdos de la ciudadanía y su gobierno en torno a la forma en que se pretende coadyuvar a mejorar la calidad de vida de la ciudad. El Programa de Desarrollo Urbano para el centro de población de Morelia vigente, corresponde al año 2010. Este documento identifica algunas AVU formales, límites de las reservas territoriales y ecológicas, áreas de cultivo y áreas de importancia ecológica de la ciudad.

El cuidado y mantenimiento de las AVU se encuentra especificado dentro del Reglamento para las áreas verdes del Municipio de Morelia. El documento tiene por objetivo delinear la forma en que el municipio y la ciudadanía cuidan sus AVU. Los lineamientos de forma general mencionan la conservación, mantenimiento, fomento y cuidado de las mismas (ver figura 2.1).

Las áreas con categoría especial de protección o Áreas Naturales Protegidas que se encuentran dentro de los límites de la ciudad, se encuentran resguardadas por la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo (ver figura 2.1). Su cuidado reside en las autoridades estatales, quienes tienen la atribución de mantener estas áreas con lineamientos particulares de manejo.



Figura 2.1 Sistema legal de administración, diseño y mantenimiento de las AVU de la ciudad de Morelia.

Fuente: Elaboración propia.

El reconocimiento gubernamental anterior señala la atención obligada que los gobiernos deben de brindar a la creación y mantenimiento de las AVU, existiendo la base legal para dar cumplimiento a una política urbana de reverdecimiento. Sin embargo, dentro de este marco legal existen algunas inconsistencias que podrían afectar la política de AVU. Un problema básico se refiere al mínimo de "área" verde que fraccionadores deben dotar en los nuevos desarrollos que construyen. El CDUEM considera tres tipos de desarrollos, en los cuales los desarrolladores deberán donar 3% de la superficie total para ser destinada como áreas verdes (ver tabla 2.3). Adicionalmente, el fraccionador estará obligado, de acuerdo al artículo 297 del CDUEM, a entregar al municipio un 10% del desarrollo como área de donación⁶⁵. De esta superficie de donación, el 50% se debe destinar como superficie de equipamiento urbano, y el otro 50% restante como áreas verdes para parques o plazas públicas. Las áreas de donación tienen especificaciones de diseño para la creación de nuevas áreas verdes urbanas, estableciendo las dimensiones y localización (área, cercanía a vialidades, pendiente y localización) (artículo 292, CDUEM). Sin embargo, el 3% de área verde no delimita ninguna otra información más que el reverdecimiento del área. La falta de información para entender la complejidad que requiere el establecimiento de la vegetación y el equipamiento de las AVU, definen en su conjunto la nula funcionalidad de las áreas.

⁶⁵ Las áreas de donación son superficies de terreno que el fraccionador transmite a título gratuito al Ayuntamiento, el cual se destina para equipamiento urbano. Las áreas verdes son áreas con vegetación y edificaciones menores complementarias

Tabla 2.3 Proporción de área verde, área de donación y especificaciones de área verde para nuevos proyectos urbanos en el estado de Michoacán

Régimen de propiedad	Desarrollos	Tipos	Superficie total del desarrollo o como área verde (%)	Superficie destinada como equipamiento	Superficie de equipamiento o destinada a área verde (%)	Consideraciones especiales
Desarrollos	Habitacionales urbanos	Residencial	3	50	10	Especies nativas para jardines, calles, glorietas; equipamiento básico.
		Medio	3	50	10	Especies nativas para jardines, calles, glorietas; equipamiento básico.
		Interés social	3	50	10	Especies nativas para jardines, calles, glorietas; equipamiento básico.
		Popular	3	50	10	Especies nativas para jardines, calles, glorietas.
		Mixto	3	50	10	
Desarrollos en condominio	Habitacional	Campestre	3	50	10	El 55% de los lotes corresponden a áreas verdes. Arbolado de calles, glorietas y jardines en una cantidad de 10 unidades por lote.
		Rústico tipo granja	3	50	10	Arbolado de calles, glorietas y jardines en una cantidad de 10 unidades por lote
		n/e	n/e	50	n/e	

Fuente: CDUEM, 2007.

Nota: n/e (no especificado).

La carencia de guías complementarias para el diseño de AVU puede aumentar los costos futuros del mantenimiento de la zona y de sus elementos. También repercute negativamente en la funcionalidad de estos espacios, disminuyendo la potencialidad de provisión de servicios ambientales. Lo anterior señala la falta de instrumentos de planeación que complementen con información técnica el entendimiento de la complejidad de las AVU, reconociendo a estas como espacios multifuncionales a diversas escalas, y que contribuyen a la regulación de la

ciudad. SU funcionalidad será mantenida en el tiempo solo si se garantiza su integridad individual y relación con el total de la infraestructura verde.

La forma en que se ha institucionalizado la planeación de las ciudades en Michoacán, puede ser otro elemento que explique la carencia de las AVU. El CDUEM es de reciente vigor, ya que anterior a este código, la ley vigente fue la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán (1995-2007). El documento solo especificaba las medidas mínimas de dotación de áreas verdes en los nuevos desarrollos, sin resaltar su importancia ambiental. Aunque los lineamientos de ambas legislaciones son similares, se sugiere que la creación de AVU en Morelia ha seguido diferentes lineamientos, cambiando con las diferentes Leyes de desarrollo urbano de cada administración, sin una estrategia de planeación y proyección futura. El argumento se sostiene con un estudio de Ávila (2004), donde realiza un análisis de la forma en que se ha desarrollado la planeación urbana en Morelia. En su revisión indica la institucionalización de la planeación en el estado de Michoacán comenzó con la definición de bases jurídicas e instituciones en materia de desarrollo urbano en el periodo de 1980-1986 (Administración de Lázaro Cárdenas). Esto permitió la publicación de la primera Ley Estatal de Desarrollo Urbano de 1983, la cual dictaba la creación de los primeros planes de desarrollo urbano de los municipios. Además, definía reservas territoriales para la urbanización popular, así como reservas ecológicas, dejando en el centro de la planeación la calidad de vida de los habitantes y la importancia del ambiente en donde viven (ibíd., 2004). Los cambios de la gestión gubernamental durante 1987, presiones políticas y económicas, permitieron la especulación en terrenos periféricos de la ciudad, favoreciendo la ocupación de terrenos sobre reservas territoriales y ecológicas (ibíd., 2004). Las modificaciones a planes de desarrollo continuarían hasta finales del 2008, reduciendo significativamente las reservas territoriales y ecológicas de la ciudad. La orientación que toma la planeación urbana, basado en el análisis de la tendencia anterior, señala un cambio en las leyes de desarrollo urbano que infravaloran la importancia de las AVU y se favorece la especulación de terrenos urbanos con intereses económicos.

2.6.2 Indicadores cuantitativos del área verde de Morelia

Las AVU son consideradas de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Morelia, como un uso de suelo urbano (PDUCPM, 2010). Este documento especifica que las AVU cubren una superficie de 449 ha, lo que equivale al 3% del suelo urbano (información para todo el municipio de Morelia). Así mismo, establece que la administración municipal tiene estipulado la mejora de la calidad y cantidad de las AVU como estrategia del mejoramiento del agua, suelo y aire (ibíd., 2010).

La información disponible respecto la cuantificación de AVU de años pasados, puede representar un indicador de la evolución de estos espacios en la

ciudad. La comprensión de los datos puede ser útil para entender la situación actual de las AVU. Vargas (2008) menciona que en Morelia se tenían 54 Ha de AVU internas en 1993, lo que equivale a 1.3 metros por habitante. Antaramián y García (2005) consideran en su estudio de cuantificación de AVU de Michoacán para el año 2000, una superficie de 686 ha, lo que equivale para ese año a 10.87 m² de área verde por habitante. También se señala la dominancia de terrenos baldíos, cubriendo el 46.6% de la superficie urbana (ibid, 2005). Una tesis doctoral sobre áreas verdes de Michoacán reporta que la ciudad de Morelia presenta 887 ha, de la cual el 85% de la superficie es útil, es decir, 754 ha⁶⁶ (León, 2008). A su vez reporta que la ciudad de Morelia tenía para ese año 14.29 m² de área verde por habitante. El INEGI señala para el municipio de Morelia 25 parques con juegos infantiles (resultados 2009 publicados en el 2010). El patrón de la disponibilidad de AVU de Morelia parece ser positivo, incluso si comparamos estos indicadores cuantitativos con los rangos establecidos por la Organización Mundial de la Salud (9 a 15 m² por habitante, aunque este dato no se ha encontrado en ninguna fuente oficial de la OMS). Sin embargo, no existe información a detalle sobre el tipo de espacios, la cantidad actual y su relación con la población de la ciudad que permita mejorar su planeación.

La información más reciente y precisa respecto la cantidad de AVU en el Municipio se encuentra en una la Dirección de Patrimonio municipal. En su archivo se reporta para todo el municipio de Morelia un total de 89.12 ha, distribuidos en 947 áreas verdes. Del total anterior, al área urbana presenta un total de 40.77 ha de superficie de área verde (excluyendo las tenencias, de las cuales algunas ya forman parte de la mancha urbana). Las verificaciones e inspecciones realizadas por la Dirección de Patrimonio reportan del total de la superficie de área verde, el 63.58% (29.93 ha) se encuentran habilitadas, el 21.34% (9.99 ha) se encuentran en condiciones regulares y el 15.18% (7.14 ha) no están habilitadas (DPMM, 2009). El indicador cuantitativo que se desprende de la anterior información muestra que la ciudad presenta un total de 1.2 m² de área verde por habitante (reporte 2009). La Dirección de Patrimonio reporta un déficit de áreas verdes de 83.72% basado en las recomendaciones de la ONU (7% del total de la superficie del desarrollo debe ser donado como área verde, ONU sin fecha, tomado de DPMM, 2009).

El problema de la falta de AVU y la poca claridad de la información disponible, se le debe agregar la continua disminución de las áreas de preservación ecológica, en donde se ha encontrado una apreciable disminución en los últimos 28 años (ver tabla 2.4). Algunas de esas áreas, como la Loma de Santa María, la cual se encuentra dentro del perímetro de la ciudad de Morelia, ha sufrido modificaciones

⁶⁶ Los sectores considerados de la ciudad fueron Revolución, Nueva España, Centro, Independencia, República, Santa María, Capula, Santiago de Undameo, Tacicuario, Jesús del Monte y Atapaneco (León, 2008)

en su estado de conservación y delimitación original, disminuyendo su superficie (Ávila, 2010).

Tabla 2.4 Muestra la disminución de las áreas de preservación ecológica en la ciudad de Morelia

Periodo	Áreas de preservación ecológica (ha)
1983	25491
1987	19070
1991	15323
1993	13500
1998	11800
2010	10640

Fuente: Vargas, 2008; Ávila, 2004; Ávila, 2004; PDUCPM, 2010.

Fuente: De acuerdo a la modificación de los planes de desarrollo urbano.

Los datos anteriores muestran que la política de los últimos años ha favorecido el crecimiento urbano sobre la protección de las AVU. El papel de la ciudad de Morelia como una ciudad media se agrava si consideramos las tendencias poblacionales actuales.

2.6.3 La política actual de áreas verdes en el Municipio de Morelia

La atención de las AVU de Morelia por parte del municipio, está centrada en el cuidado estos espacios del centro histórico y camellones de periférico principalmente. El trabajo lo lleva a cabo la Dirección de Parques y Jardines, y en su informe 2011 reportó: mantenimiento a 270 áreas verdes, 164 son parques y jardines, 96 son camellones y 5 son reservas ecológicas. Los espacios anteriores en su conjunto suman un total de 220 Ha de áreas verdes atendidas por el municipio. Del mismo modo se reportan retos que la dependencia municipal tiene para el cuidado de las áreas, como lo son la implementación de sistemas de riego, control de plagas y enfermedades, fertilización del suelo, reinserción de vegetación, mantenimiento de equipamiento (fuentes), derribo y poda de árboles, limpieza y poda de arbolado en los ríos Chiquito y Grande, entre otros programas. La dependencia operó con un presupuesto de 41 millones 320 mil pesos (DPJMM, 2009).

Las demás áreas no atendidas por el municipio están sujetas al cuidado vecinal, y en la mayoría de los casos, las áreas están abandonadas. La problemática fue recientemente acogida por el gobierno federal del sexenio 2006-2012, con el Programa Recuperación de espacios públicos. Este programa atendió, en coordinación con los municipios, las AVU de todo el país, incorporando vegetación e infraestructura, así como mantenimiento a la infraestructura existente. A la par, se encuentran proyectos del municipio que intentan aumentar la superficie verde de la ciudad. Algunos de estos proyectos son el Parque Lineal Bicentenario (localizado a

lo largo de un gasoducto), el Arboretum (frente al paso del Río Grande, el cual forma parte del sistema de drenaje de la ciudad), la Unidad Deportiva Bicentenario y construcción del Parque Ecológico los Itzicuaros. El reto además de la creación de nuevas y mejores AVU, será el mantenimiento de las ya existentes, con el fin de integrar la infraestructura de Morelia a una red funcional.

Otro avance importante que tiene la ciudad en la comprensión de sus AVU, es el inventario forestal urbano de la zona centro de la ciudad. El inventario forestal se concibe como una herramienta para conocer la distribución, estado físico y características de la vegetación, entre otros elementos de importancia para la evaluación de las AVU (SDUMA-UMSNH, 2009). El inventario ha cuantificado 41 especies nativas de árboles que se encuentran en las AVU del centro de la ciudad, los cuales son representados por 3284 individuos. Las especies de mayor representación son *Fraxinus uhdei* (2182 individuos), *Cupressus lindleyi* (382 individuos), *Salix bomplandiana* (273 individuos) y *Liquidambar styraciflua* (65 individuos). La identificación de especies introducidas arbóreas tiene una mayor representación en las áreas verdes, al estar compuesta por 6276 individuos repartidos en 66 especies. Las especies más sobresalientes de este grupo son *Ficus benjamina* (1884 individuos), *Casuarina equisetifolia* (730 individuos), *Jacaranda mimosaeifolia* (603 individuos), *Ligustrum japonicum* (505 individuos), *Ficus retusa* (504 individuos), *Eucalyptus camaldulensis* (420 individuos) y *Populus deltoides* (391 individuos), entre muchas otras especies numerosas. El inventario también registró la cobertura arbórea por área verde. Destacan vías arboladas como la Avenida Solidaridad (74, 633.75 m²), Bulevar García de León (61, 962.07 m²), Avenida Camelinas (48, 834.82 m²), Avenida Acueducto (23, 578.00 m²) y Avenida Héroes de Nocupétaro (19, 507.41 m²). Las colonias con mayor cobertura arbórea para este primer levantamiento son el Centro Histórico (8, 350.99 m²), Cuauhtémoc (6, 716.69 m²), Ventura Puente (5, 495.77 m²) y Área del IMSS (5, 255.49 m²). Las áreas verdes con mayor densidad arbórea la presentan la Plaza José Ma. Morelos y Pavón (4, 518.98 m²), Plaza de armas (3, 465.56 m²), Plaza Héroes del 47 (3, 166.32 m²) y Plaza Don Antonio de Mendoza (3, 100.67 m²) (SDUMA, 2009).

2.7 Conclusiones generales del Capítulo II

La dinámica poblacional y urbana dentro del mundo globalizado, sugiere continuar una tendencia hacia una urbanización no controlada. Esta directriz convierte a las ciudades en grandes sistemas consumidores de recursos y productores de desechos. La dinámica urbana afecta procesos que mantienen la estabilidad funcional de las ciudades. Así mismo, las AVU se ven seriamente perturbadas, contribuyendo a su degradación y escases. La ciudad de Morelia, como ciudad media, requiere una reflexión sobre su acelerado crecimiento urbano y poblacional de los últimos sesenta años, con un importante énfasis sobre las consecuencias medioambientales. Al apreciar como las AVU se han integrado

dentro de la política ambiental y de servicios, se puede apreciar la carencia de una visión sobre su planeación, la cual integre estos espacios con diversas acciones vinculatorias. Adicionalmente, la forma en que las AVU se encuentran definidos en la ley, parece no favorecer su integridad y posible impacto sobre el medio urbano. Las acciones de autoridades, encargadas de controlar el proceso de expansión urbana, van en contra de la protección de remanentes verdes dentro y alrededor de la ciudad. De esta forma, las autoridades y la población han sido incapaces de evitar y atender el avance de la urbanización y el deterioro que provoca sobre el medio y sobre sus AVU. Las acciones hasta ahora realizadas requieren soluciones acorde al tamaño del problema, con el fin de que las medidas se construyan en base a un sistema de estrategias a largo plazo y aseguren condiciones urbanas de vida digna. La participación entre sociedad y gobierno es indispensable por las dimensiones y complejidad de actores involucrados. El tema de las AVU deberá de ser un tema principal de agenda de gobierno, con el fin de evitar problemas de las grandes megalópolis, como la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey.

CAPÍTULO III. Evaluación de las áreas verdes de la ciudad de Morelia

3.1 Características de la zona de estudio

El municipio de Morelia se encuentra localizado en la región centro norte del Estado de Michoacán, con una extensión territorial de 119.9 Ha, representando el 2.03% de la superficie total del estado. El municipio pertenece a la región hidrográfica de Lerma Santiago y también forma parte del lago de Cuitzeo. El clima es predominantemente templado subhúmedo, con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 14° y 18°C. La precipitación es de 700 a 1000 mm anuales.

Las principales corrientes aluviales son el río Grande y río Chiquito. Los arroyos que más se conocen son la Zarza y la Pitaya. También afloran más de 70 manantiales, siendo el de la Mintzita el más grande. Los cuerpos de agua más importantes son las presas de Cointizio y de Umécuaro.

El municipio se encuentra en una zona montañosa accidentada, sobresalen los cerros el Punhuato, Quinceo, Cuto, Uruétaro y Lomas de Santa María. La ciudad está situada a una altura de 1951 msnm. Los tipos de suelo predominantes son cantera, tepetate, pozólicos de color café y chernozem de color negro. Los principales usos de suelo son urbano (2271 ha), agrícola (37177 ha), pecuario (28584 ha) y bosque (51870 ha) (PDM 2008-2011).

La población de Morelia continúa aumentando, aunque la tasa de crecimiento poblacional ha disminuido considerablemente desde la década de 1980. Resalta el crecimiento de la tasa poblacional de la población rural de Morelia, y una reducción en la tasa de crecimiento poblacional de la población urbana (ver tabla 3.1).

El crecimiento poblacional del Municipio de Morelia ha perdido fuerza en las últimas décadas, sin embargo el crecimiento de la mancha urbana sigue en constante expansión. Se reporta un total de 650 colonias para el municipio de Morelia (PDM, 2012). De acuerdo al proceso de urbanización de la ciudad, muchas de estas colonias pueden ser irregulares.

El presente estudio de AVU comprende el límite exterior de la mancha urbana caracterizado por Vieyra y Larrazábal (2009), donde se identificó el proceso de urbanización de la ciudad de Morelia en tres momentos históricos, así como los niveles de precariedad en la ciudad de Morelia. El primer contorno o "contorno central" está delimitado de acuerdo a los procesos de urbanización desde la fundación de la ciudad hasta 1970, y cubre una superficie total de 2339 hectáreas; el siguiente contorno o "periferia inmediata" corresponde al proceso de urbanización de 1970 a 1990, con una superficie de 4633 hectáreas, y el último contorno o "periferia exterior" presenta una superficie de 2831 hectáreas y corresponde a los

periodos 1990-2005. Estas zonas servirán para identificar cual es la distribución de las AVU.

Tabla 3.1 Crecimiento poblacional del Municipio de Morelia

Año	Población total municipal	Tasa de crecimiento (%)	Proporción de la población respecto la población estatal (%)	Población total urbana	%	Población total rural	%
1950	106,722		7.5	63,248	59.3	43,474	40.7
1960	153,482	2.7	8.4	104,013	67.8	49,469	32.2
1970	218,083	3.6	9.4	161,040	73.8	57,043	26.2
1980	353,055	4.9	12.3	300,899	85.2	52,156	14.8
1990	492,901	3.4	13.9	439,608	89.2	53,293	10.8
1995	578,061	3.2	14.9	526,710	91.1	51,351	8.9
2000	620,532	1.7	15.6	567,778	91.5	52,754	8.5
2005	684,145	2.05	17.25	631,211	92.3	52,934	7.7
2010	729,279	1.75	16.76	646,870	88.7	82,408	11.3

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2012 – 2015 (PDM, 2012).

3.2 Descripción general de la metodología aplicada

El presente trabajo evaluó la condición actual de las AVU a través de tres sub-evaluaciones. En estas evaluaciones se analizó la calidad, funcionalidad y el grado de accesibilidad a las AVU de Morelia (ver figura 3.1). Se utilizaron diferentes metodologías y marcos conceptuales, para el entendimiento integral de los factores que afectan la condición de las AVU, identificando estrategias de diseño y manejo para su mejora. A su vez, permitió resaltar la importancia dentro de la planeación urbana.

La evaluación de la calidad de las AVU representa la caracterización de las variables que afectan su funcionalidad y estado individual. Su análisis fue importante para reconocer elementos para su mejora y la planeación.

La evaluación de la integridad funcional se basó en el enfoque de la ecología del paisaje, utilizando como herramientas las métricas de paisaje. La información permitió describir patrones espaciales que afectan la funcionalidad de las AVU, a través de atributos de composición y configuración espacial. Las métricas de paisaje fueron integradas a un índice fragmentación. Esta información y un modelo de conectividad permitió reconocer la integración funcional de las AVU. A su vez, se identificaron áreas con potencialidad de ser convertidas a áreas verdes.

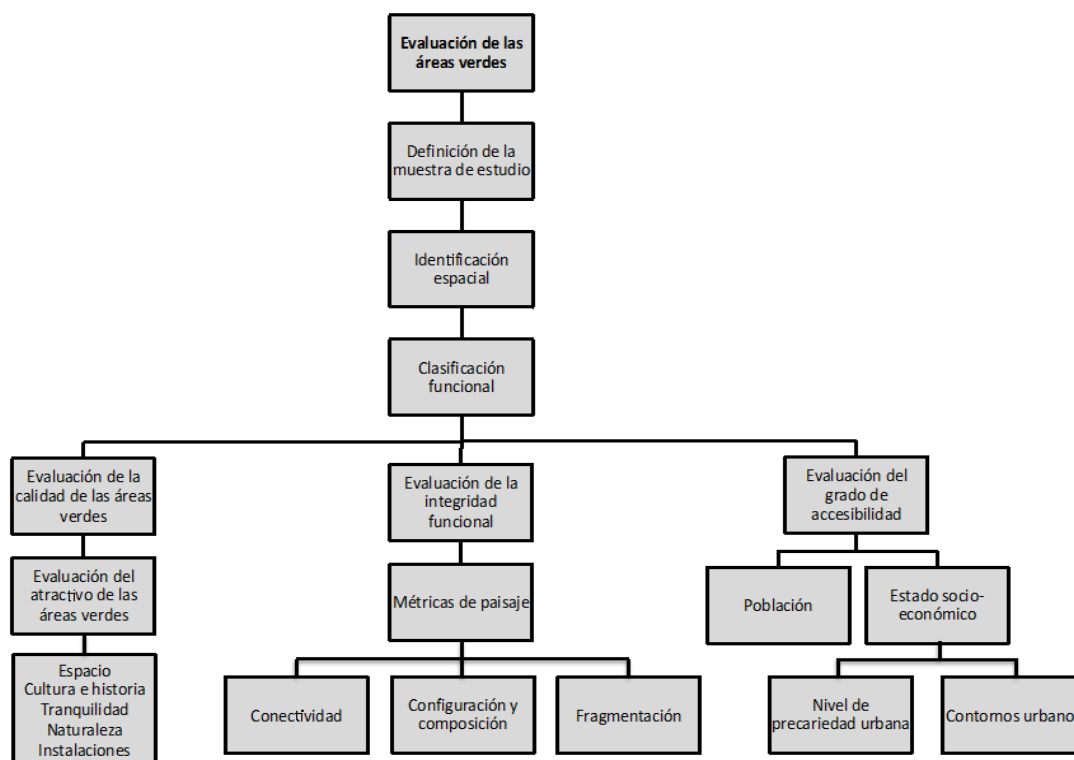


Figura 3.1 Marco metodológico para la evaluación de la condición actual de las AVU de Morelia
Fuente: Elaboración propia.

La última evaluación determinó el grado de accesibilidad de las AVU, a través de áreas de amortiguación (*buffers*) sobre la población urbana de la zona de estudio. Utilizando unidades de información sobre la precariedad urbana y la población total, se comparó la población con acceso a AVU de alta calidad y su posible estado socio-económico. La información permitió reconocer zonas vulnerables a la carencia de AVU funcionales, los cuales son indispensables para la mejora del ambiente y calidad de vida humana.

3.3 Identificación y selección de la muestra de áreas verdes

La identificación de la población de áreas verdes del Municipio de Morelia, se basó en la base de datos municipal de Bienes Inmuebles. De esta información se obtuvo la muestra de estudio, y posteriormente fue complementada y filtrada de acuerdo al interés de este trabajo (ver figura 3.2). La información fue procesada en un Sistema de Información Geográfica, empleando el programa ArcGIS para su análisis subsecuente (Versión 9.3, 1999-2008 ESRI Inc.).

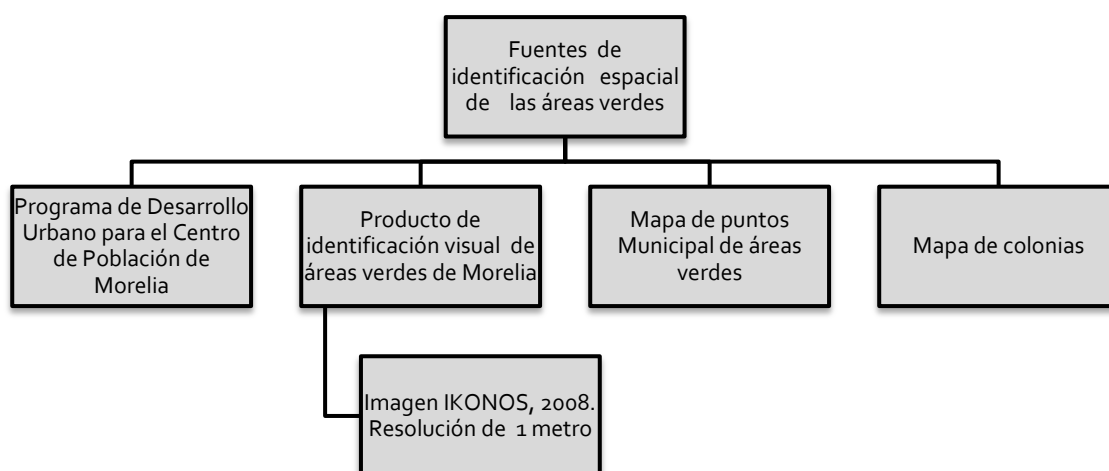


Figura 3.2. Principales fuentes de información analizadas para la identificación de las AVU de estudio

Fuente: Elaboración propia.

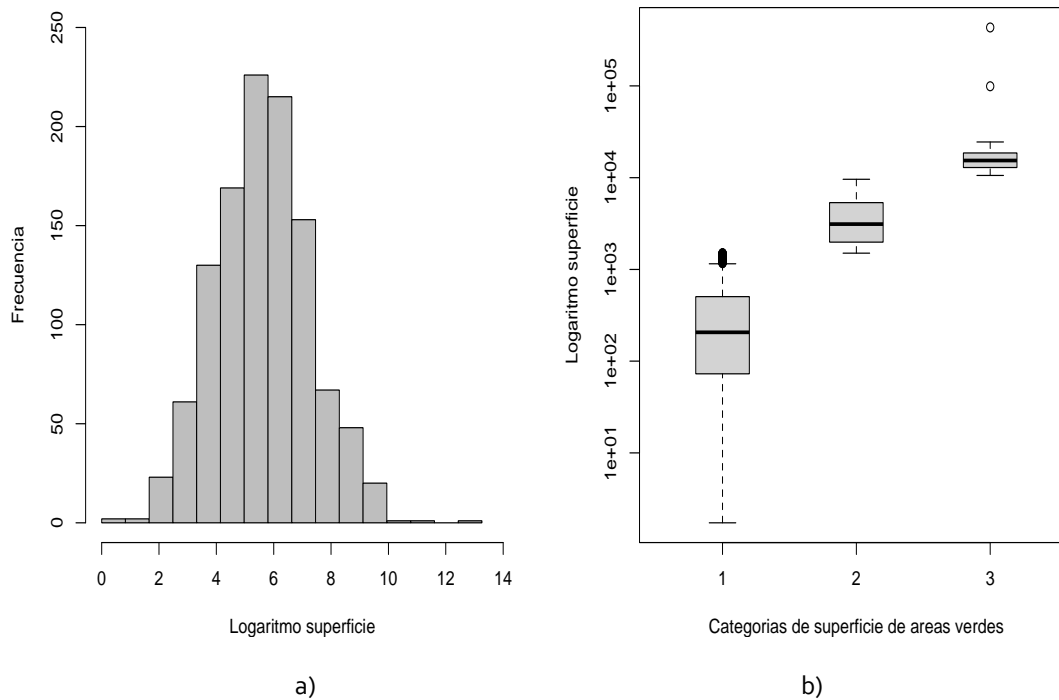
La fuente principal de información para caracterizar la población total de áreas verdes, se basó en el registro de Bienes inmuebles de la Dirección de Patrimonio del Municipio de Morelia. Los registros pertenecen a los asentamientos humanos regulares del municipio. De la base se abstraieron todos los registros con uso actual de “área verde”. Posteriormente, de acuerdo al reconocimiento de la diversidad de AVU descritos en el apartado 1.2 (capítulo 1), se buscó cualquier otro registro que tuviera relación con plazas, parques, jardines y cualquier equipamiento relacionado con estos espacios. La justificación de este procedimiento se basó en la importante dotación de área verde en estos espacios, a los cuales se les ha relacionado con una importante funcionalidad ambiental dentro de las ciudades (Bell *et al.*, 2008; Randall *et al.*, 2003; Jim y Chen, 2003; Xu *et al.*, 2011; Young, 2010; Smith *et al.*, 2005; Davies *et al.*, 2008). La información fue descrita estadísticamente con el fin de representar rasgos generales de la composición de las AVU de Morelia, así como para construir la muestra en la que este trabajo dedicó su análisis.

El análisis de la población de AVU del municipio identificó 1,119 registros, marcados o relacionados con un uso actual de área verde, con una superficie total de 165.6 ha. El promedio general por área verde es de 1,479.91 m², con áreas que van de los 1.73 m² a 433,728 m². A continuación se presenta la distribución de frecuencias de las superficies para apreciar el patrón de dispersión de las áreas (ver gráficas 3.1.a).

La gráfica 3.1.a muestra el ajuste de la superficie de las áreas verdes, ya que dos superficies atípicas dificultaron describir el patrón de distribución de los datos. Sin embargo, dada la distribución de frecuencias, la tendencia de los datos sugiere que la mayoría de las áreas verdes tienen superficies pequeñas. Se reconoció que la

superficie donde se encuentran la mayoría de las áreas verdes está entre los 20 a 1500 m². Al calcular la desviación estándar poblacional (13460.9) y la varianza poblacional (181358160), se apreció la alta desviación y dispersión de los datos, lo que puede sobre-representar lo obtenido en la media. Lo anterior denota que la ciudad cuenta con AVU con una superficie menor a 1500 m², tendencia que corresponde con la moda (16.02 m²).

Gráfica 3.1 a) Distribución de frecuencias de la superficie de las áreas verdes b) Tamaño de las áreas verdes de Morelia



Nota: Las categorías de la gráfica "b" se construyeron en base al patrón dispersión de los datos y el interés sobre ciertas áreas verdes. Al encontrar que la mayoría de los datos se encuentran dentro de la categoría de 20 a 1500 m², la primer categoría se construyó tomando este rango de superficies. La segunda categoría fue de 1501 a 10,000 m², con base a la medida recomendable de superficies de un parque, el cual debe tener un mínimo de 1 Ha (Ballester-Olmos y Morata, 2001). La tercera categoría contiene las áreas con superficies mayores a 10,000 m².

Fuente: Elaboración propia.

El patrón de dispersión de los datos y el interés sobre AVU de mayor tamaño, basado en estándares internacionales, permitió definir tres subpoblaciones. La primer categoría va de los 1.73 m² a los 1500 m² (967 registros), de acuerdo al patrón de concentración de la mayoría de los datos. La segunda categoría va de los 1501 a los 10,000 m² (127 registros), basado en la superficie marcada por estándares internacionales, estableciendo que el mínimo de un área verde multifuncional es de 1 Ha (Ballester-Olmos y Morata, 2001). La última categoría va de los 10,000 a los 434,000 m² (25 registros). La agrupación de estas categorías permitió seleccionar la muestra de interés, bajo el criterio de analizar las áreas que cumplen con la

superficie verde establecida en normas internacionales, y que están relacionadas con servicios ambientales de impacto regional (Randall *et al.*, 2003). Las áreas de estudio estarían conformadas por las áreas con una superficie mayor a 1 Ha.

La comparación de las tres subpoblaciones mostró que el patrón de los datos tiende a disminuir la representación de superficies de gran tamaño de las AVU (ver grafica 3.1.b). La primer subpoblación, la cual tiene las áreas más pequeñas, contiene la mayoría de los datos y la mayor dispersión expresado en el tamaño de bigotes y de caja. La tercer población tiene las áreas de mayor tamaño, y tuvo la menor representación y dispersión de los datos (ver gráfica 3.1.b). En las tres subpoblaciones se encontró una distribución de caja simétrica y fueron independientes, al ser abstraídas de la misma población. La síntesis de la descripción anterior denota la variabilidad de superficies que existen en las categorías de menor tamaño. Así mismo, la dispersión y representatividad de las áreas verdes disminuye conforme aumenta el tamaño de su superficie.

La selección de la muestra a partir de los datos probó la distribución de probabilidad normal, por medio de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis. La finalidad de la prueba fue corroborar diferencias en las subpoblaciones, aunque hayan sido tomadas de la misma población. La prueba establece como hipótesis nula que la población tiene localizaciones idénticas, es decir, que las poblaciones tienen la misma mediana y por lo tanto son poblaciones idénticas. Si la prueba arroja resultados significativos, al menos una de las muestras es diferente de las demás. Para las tres multi-muestras evaluadas, se acepta la hipótesis nula si el nivel de significancia es mayor a 0.05. La prueba arrojó en las tres sub-poblaciones valores de significancia menores al valor aceptable, rechazando la hipótesis nula que éstas son idénticas.

La selección de la muestra bajo el interés en cierto grupo de áreas que cumplen con parámetros de superficie internacionales, dejaría las AVU con una superficie mayor a 1 hectárea. Sin embargo, dado el patrón de los datos hacia áreas pequeñas, se decidió incorporar la subpoblación perteneciente a la categoría de 1500 a 10,000 m². De tal forma, el análisis del presente trabajo se enfocó en AVU con superficies mayores a 1500 m², una muestra compuesta por 152 registros.

Definida la muestra de estudio, se procedió a su identificación espacial para su verificación en campo. El procedimiento realizó una depuración de la base de datos en dos fases. La primera eliminó registros que se encontraban sometidas a modificaciones de su superficie, cambio de uso de suelo, baja del expediente, entre otras. Lo anterior fue consultado con la Dirección de Patrimonio, y solo se conservaron los registros "pendiente de baja". Este proceso eliminó 12 registros, manteniendo a consulta 140 registros. La segunda fase de depuración de datos fue la identificación espacial de las AVU de estudio, que corresponden sólo a aquellas áreas verdes al interior del polígono urbano. La identificación espacial, dificultada por el tamaño de las áreas y la falta de información de su localización, requirió de

medios adicionales para su ubicación (ver figura 3.2). Las fuentes consultadas se basaron en el Programa de Desarrollo Urbano para la Centro de Población de Morelia (PDUCPM), el producto de identificación visual de las AVU, un mapa de puntos de las áreas verdes facilitado por la Dirección de Patrimonio y un mapa de colonias del Municipio brindado por INEGI.

El producto de identificación visual de áreas verdes tomó como referencia una imagen satelital IKONOS, 2008: WGS 84 UTM, zona 14 (resolución del pixel 1 metro). La unidad mínima cartografiable para la identificación visual de AVU fue de 2500 m², a una escala de trabajo de 1:25,000. La identificación se realizó dentro de los límites de estudio de este trabajo. La identificación visual agrupó a las AVU en cuatro grandes grupos (ver tabla 3.2).

Tabla 3.2 Clasificación utilizada para la identificación y categorización de áreas verdes de la imagen satelital

Clasificación	Parámetros de identificación visual
Área verde	Espacios con límites definidos, siendo fácilmente reconocibles elementos como andadores, jardineras, canchas y otros componentes que fungen como equipamiento. En la imagen de satélite se presentan como espacios contrastantes en la densidad urbana, con tonalidades de verde oscuro.
Áreas de cultivo	Áreas con tonalidades variadas de verde y café. Generalmente se asocian a grandes extensiones de terreno y patrones geométricos.
Baldío	Terrenos con una delimitación clara dentro de la mancha urbana, desprovistos de vegetación o edificaciones.
Vías arboladas	Camellones anchos cubiertos por vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente fuente de información que se consultó detalladamente fue el Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Morelia (2010). La parte de zonificación secundaria contiene las áreas verdes del Municipio. Esta información, la localización de las colonias, el mapa de puntos y el producto de identificación visual fue integrado para localizar el conjunto de AVU de estudio.

La identificación espacial discriminó aquellas AVU que estuvieran fuera del área de estudio. Esta depuración conservó 76 registros de áreas verdes (de los 140 antes filtrados), los cuales constituyeron la primera lista de verificación en campo. Sin embargo, el proceso de identificación espacial permitió incorporar nuevas áreas que no se estipularon en la base de Patrimonio Municipal. El proceso incluyó 70 registros que fueron incorporados a la base de datos de verificación en campo, dando un total de 146 áreas verdes a verificar. Estas nuevas áreas debían de que tener un mínimo de 1500 m². Además se incluyó información de las Áreas Naturales Protegidas del Municipio de Morelia, obtenida de la SUMA. Otro tipo de áreas verdes que se incorporaron fueron las vías verdes, de las cuales solo se consideraron

aquellas que tuvieran asociado un ancho mayor a 5 metros. El requerimiento anterior trató de identificar espacios que no se viesen afectados por la fragmentación e intromisión del desarrollo urbano, además de que este principio de diseño garantiza la funcionalidad del área (Randall *et al.*, 2003; Bolund y Hunhammar, 1999). El listado de AVU obtenidas se integró a la base de datos de la muestra, considerando solo aquellas áreas que se encuentran dentro o inmediatamente próximas a los límites de estudio definidos.

La totalidad de los 146 AVU identificadas en el SIG fueron verificadas en campo. Durante la verificación se eliminaron e incorporaron nuevas áreas que no se estipularon en la identificación espacial. La verificación en campo dejó un total 125 registros, describiendo su condición actual. La información de campo registró el estado del equipamiento, la vegetación, facilidad de acceso entre otras precisiones para la evaluación de la calidad de las AVU (ver apartado 3.5, y para mayor información ver Anexos tabla 1.A). La observación de las AVU abrió una reflexión sobre lo que es considerado como área verde para este estudio, y como se considera en la administración gubernamental.

El capítulo I presentó la revisión general de las definiciones sobre áreas verdes para diversos tipos de estudios. En el capítulo II se describieron los principios legales de diseño de estos espacios. Tomando en consideración las definiciones consultadas, no correspondió a lo que se esperaba encontrar en campo. La presencia de espacios con una superficie que estuviese compuesta en su mayoría por vegetación direccionó en un primer momento lo que era un AVU. Sin embargo, al reconocer características diferentes a las referenciadas en las definiciones, la identificación en campo de las AVU conservó espacios que poseen la tipificación de área verde, aún cuando presenten una baja proporción área verde. El hecho anterior tiene su justificación en la función del equipamiento, que al fungir como mobiliario o espacios de diversa naturaleza, aumentan el número de actividades que se pueden realizar en estas áreas. Sin embargo, la presencia de equipamiento al mismo tiempo contribuye a disminuir la superficie de área verde. La configuración de las AVU señala la forma en que han sido manejados de acuerdo a preferencias de la gente y el gobierno. El conjunto de estas características marcan la funcionalidad y diferencia entre AVU.

Lo anterior permitió entender que un AVU, para cumplir su función no requiere que toda su superficie esté cubierta en su totalidad por vegetación, pero si debe ser una de las características más sobresalientes. Este rasgo deberá empatar con el conjunto de actividades que se pueden realizar dentro de las AVU, complementándose tanto la vegetación y el equipamiento, y no ser elementos excluyentes que perjudiquen la funcionalidad del área.

3.4 Descripción y organización de la funcionalidad de las áreas verdes

La diversidad de las AVU identificadas requirió el ajuste de una tipología, la cual las aglomere en grupos que comparten características o funciones similares. El reconocimiento de la diversidad de AVU que componen la infraestructura verde, caracteriza la diversidad de configuraciones internas, y las posibles funciones determinadas por el equipamiento, diseño y mantenimiento del área.

La clasificación de las AVU bajo una tipología adecuada, reconoció las características generales por las observaciones en campo y en la literatura consultada. Las principales características reconocidas fueron el equipamiento, la vegetación y la cantidad de superficie impermeable. La tabla 3.3 muestra las categorías que se utilizaron para comprender esta complejidad.

Tabla 3.3 Tipología utilizada para la clasificación de las AVU de Morelia

Categoría de área verde	Características
Áreas naturales	Áreas cubiertas en su totalidad por vegetación remanente o nativa, abarcando grandes extensiones. Cuentan con una protección legal para el resguardo de especies nativas o de importancia biológica. Tienen asociado equipamiento básico para actividades al aire libre. El manejo y mantenimiento es mínimo.
Áreas semi-naturales	Espacios cubiertos por vegetación que emula la original, aunque toda la vegetación es introducida. Carecen de cualquier tipo de equipamiento. El manejo y mantenimiento de estas áreas es mínimo.
Jardines y parques públicos	Áreas diseñadas, construidas, manejadas y mantenidas por el gobierno o vecinos. Presentan generalmente una equitativa superficie destinada a equipamiento y vegetación introducida. Pueden estar dotadas de equipamiento básico, hasta equipamiento muy sofisticado para el desarrollo de actividades.
Jardines, parques o terrenos privados	Cualquier área verde que cumpla con los requerimientos del más del 50% de vegetación y superficie mínima. Están asociados a fraccionamientos privados.
Vías verdes	Corredores lineales desarrollados sobre infraestructura vial existente. Su ancho es mayor a 5 metros, y presentan una alta densidad arbórea. Algunos presentan equipamiento.
Espacios cívicos	Lugares con una mayor superficie impermeable que superficie verde, compuestos por jardineras con plantas de ornato. Cuentan con una buena dotación de equipamiento básico.

Fuentes: Bell *et al.* (2008) y Randall *et al.* (2003).

La clasificación de AVU se basó en la tipología propuesta por el *Greenspace Scotland Research Report* (Bell *et al.*, 2008) y Randall *et al.* (2003). Las características

de su identificación empató con las características reconocidas en las AVU de Morelia.

El nuevo sistema categórico se relacionó con funciones ecológicas a través de una estimación semi-cuantitativa del nivel de disturbio que presentan las AVU, el cual va desde bosques (como ideal y con el menor grado de disturbio) hasta los espacios cívicos o vías verdes (con mayor régimen de manejo humano). El indicador principal para establecer el nivel de disturbio fue la vegetación, donde se compararon las categorías de este trabajo con las categorías caracterizadas por nivel de disturbio de Kong *et al.* (2010) (ver figura 3.3).

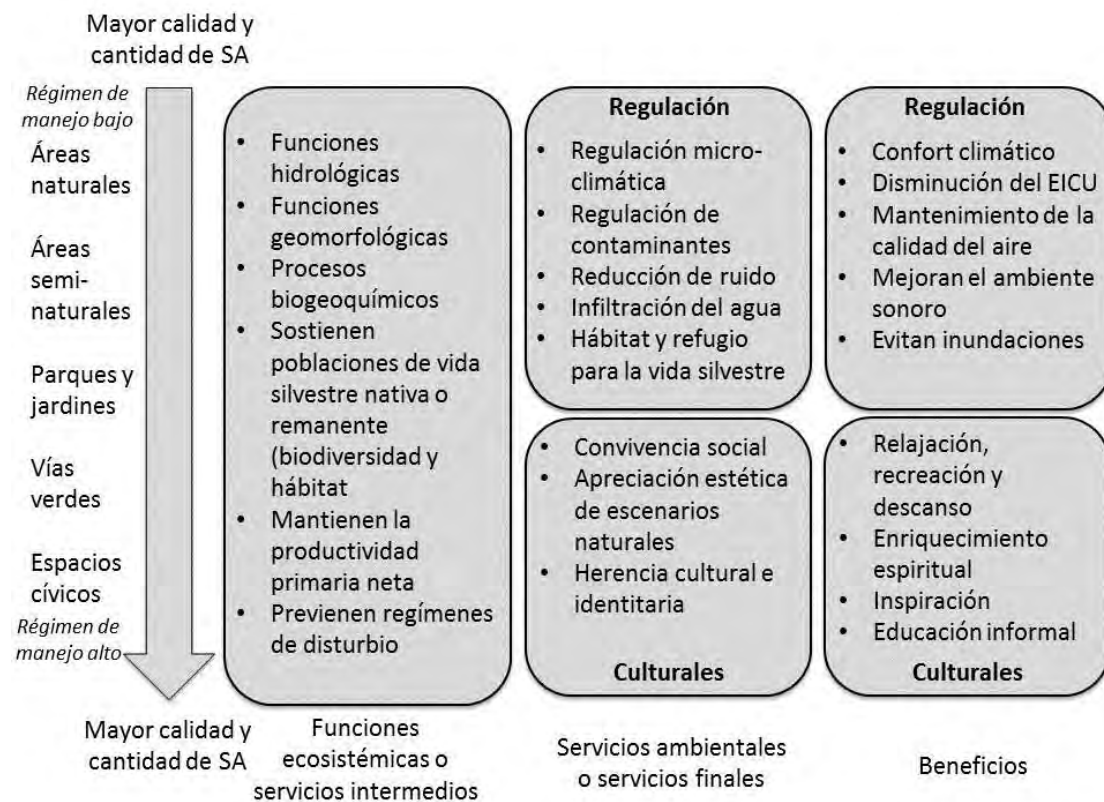


Figura 3.3 Modelo para el reconocimiento de los servicios ambientales y beneficios de las AVU

Fuentes: Elaboración propia. Basado en Bolund y Hunhammar, 1999; Fisher y Turner, 2008; de Groot *et al.*, 2010; Bell *et al.*, 2008; Randall *et al.*, 2003; Alberti, 2008.

El modelo de la figura 3.3 reconoce bajo niveles los procesos y funciones ecosistémicos que se reconocen como servicios ambientales asociados a las AVU. Al final, se colocan los beneficios asociados de los servicios provistos por las áreas, de acuerdo a la discusión entre la diferencia de servicios y beneficios. La cantidad y calidad de servicios ambientales dependerá del grado de naturalidad de las áreas. Se coloca un gradiente de las categorías, las cuales van de un mayor a menor nivel de disturbio. A mayor nivel de disturbio, menor calidad y cantidad de servicios ambientales proveen las AVU.

La estructura del modelo se basó en la discusión alrededor del marco conceptual de servicios ambientales. La discusión ha establecido que no existe una diferencia entre servicios y beneficios, lo cual termina siendo mal interpretado. La segunda parte de la discusión replantea la forma de provisión y en cómo se obtienen dichos servicios. Un resumen de la discusión sobre los servicios ambientales y su impacto sobre el bienestar humano es presentado por Fisher (2008), la cual se resume y se presenta a continuación:

- Los servicios no son beneficios, y el considerarlos iguales representa un serio problema en su valoración. Un beneficio tiene un impacto explícito sobre el bienestar humano, mientras que un servicio representa solo una prestación que satisface alguna necesidad. Por ejemplo, se habla de que la recreación no es un servicio proporcionado por los ecosistemas, más bien un beneficio.
- Los "servicios ecosistémicos" son de índole ecológica, por lo que se tiene que diferenciar procesos y/o funciones de los ecosistemas. Los servicios ambientales solo se consideran cuando tienen un beneficio humano. Por ejemplo, la regulación de inundaciones es considerado un servicio ecosistémico en áreas urbanas, y a la vez suele ser considerado como un proceso en manglares o selvas.
- Los "servicios ecosistémicos" no tienen que ser utilizados directamente. Existe una discrepancia entre lo que solo se considera como "servicios ecosistémicos", ya que solo son tales cuando tienen un punto final. Se argumenta que siempre y cuando el bienestar humano es afectado por procesos ecológicos, estos son "servicios ecosistémicos", o *ambientales* para efectos de este trabajo.

El modelo anterior (figura 3.3) pretende incorporar estas reflexiones a la forma en que percibimos los servicios ambientales que proveen las AVU, visualizando de forma general y precisa los atributos que definen las diferentes categorías. La comprensión parte de una representación estructural, representada por la cantidad de vegetación y equipamiento asociado, elementos diferenciados en cada categoría. A su vez, estas características determinan las funciones específicas que cumplen estos espacios y que son percibidas a través de beneficios que recibimos. La figura 3.2 denota los beneficios, a través de la conceptualización de servicios ambientales que se obtienen de las AVU. El marco conceptual es útil para integrar procesos sociales y ambientales y su la relación que guardan con las AVU, la población y el espacio urbano. La separación de procesos, servicios y beneficios, pretende visualizar esta relación, permitiendo su fácil entendimiento al tomar en cuenta las precisiones conceptuales útiles para su evaluación.

3.5 Evaluación de la calidad de las áreas verdes

La información obtenida de la verificación en campo, fue utilizada para realizar una ponderación de variables que afectan la funcionalidad de las AVU. Lo anterior con la finalidad de construir una evaluación del estado general de estos

espacios. Los parámetros para la evaluación se basaron en un estudio realizado por Van Herzele y Wiedemann (2003), los cuales construyeron una evaluación del atractivo de AVU en base a encuestas de la población. La evaluación de la presente tesis parte de la percepción individual del autor sobre las características reconocidas en la identificación de AVU, las cuales sirvieron como variables cualitativas para determinar la accesibilidad a las áreas y extrapolar el estado de la funcionalidad de estas áreas. Las variables han sido identificadas por Van Herzele y Wiedemann (2003) como las más comunes en la literatura, y sirvieron de base para la toma de datos en campo de este estudio.

La evaluación anterior puede ser considerada contraria a la evaluación rutinaria, ya que se suelen analizar las características físicas de forma cuantitativa. Sin embargo, la perspectiva de la presente propuesta se ve justificada con la intención de comprender las relaciones que guardan las AVU con sus usuarios, y relacionarlas con el espacio que les rodea. A su vez, puede ser un indicador de la contribución de los servicios ambientales brindados por estos espacios. Sin embargo, para complementar la información cualitativa, se incluyó un atributo cuantitativo para determinar el estado de la vegetación de forma cuantitativa.

La evaluación trató de ser un indicador integral de la funcionalidad del AVU, basado en el estado en que estas se encuentran y son percibidas, traduciéndolo en un evaluador de la calidad de estos espacios. A su vez, proporciona elementos guía que permiten establecer una aproximación general al estado actual de las AVU. La evaluación individual subjetiva incorporó cualidades caracterizadas por Van Herzele y Wiedemann (2003), agrupadas en 5 conjuntos: espacio, naturaleza, cultura-historia, tranquilidad e instalaciones. A continuación se explica con mayor detalle cada uno de los parámetros evaluados, ajustados a variables de interés:

- El atributo de "espacio" representa el sentimiento de bienestar y libertad, sin limitaciones de área ni barreras, ajustando cada uno de los elementos de forma estética y funcional al tejido urbano. Las variables asociadas para su identificación fueron la variación visual y la posición del área verde respecto las demás construcciones. La variación visual se observó en la vegetación y las instalaciones, que en su conjunto determinan la complejidad del área y la sensación de "estar en un lugar único". La segunda variable fue la integración que tenía el área con espacios cercanos, donde se observó si el área tenía una localización adecuada, expresado en su posición espacial respecto las demás construcciones o espacios vecinos al área verde. La localización central de las AVU fue considerada como óptima, mientras que el aislamiento es establecido por la dificultad de llegar al área, al encontrarse al final de calles y avenidas ó de la densidad de construcciones.
- El atributo de "naturaleza" se refiere al estado de la vegetación de las AVU. Este atributo fue evaluado asumiendo que la vigorosidad fotosintética era un buen indicador del estado de naturalidad, conservación y crecimiento de la

vegetación. Se escogió como parámetro indicador el Índice de Vegetación de Diferencias Normalizadas (NDVI).

- El atributo de cultura e historia resalta valores sociales y la sensación de comodidad en las AVU. Se verificó si las áreas poseen algún valor histórico o presentan instalaciones para actividades culturales. Estas características determinarían el encuentro social, a través de la diversificación de las actividades que se realizan en el área.
- La "tranquilidad" refiere a la necesidad de espacios serenos y pacíficos, lo cual se aprecia en el nivel de ruido. El grado de congruencia entre el sonido con el espacio, así como el contexto cultural y social en donde es producido, determina en gran parte su relación con el tejido urbano y con sus habitantes. Esta variable fue simplemente determinada por la sensación de comodidad sonora dentro del área verde, considerando como factores negativos a la dominancia de ruidos de carros u otras fuentes sonoras ajenas al área.
- Las "instalaciones" son consideradas como el medio para soportar actividades y experiencias dentro de las AVU. Su evaluación resulta indispensable para comprender como son soportadas estas funciones, y saber el grado de accesibilidad activa para la población. Se registró el estado de las instalaciones por verificación visual, catalogándolas en buen o mal estado.

La información de las variables permitió generar una ponderación en donde se comparó las variables positivas de cada atributo de calidad con las AVU (ver tabla 3.4). El valor en la mayoría de los atributos estuvo compuesta por dos variables positivas, con un valor individual de 0.1 cada una. Un área verde de buena calidad obtendría ambas variables positivas, lo cual suma el valor de ponderación máximo de 0.2. Solo en los casos de las variables "cultura e historia" e "instalaciones", los cuales también estuvieron representados por una y dos variables de calidad positivas respectivamente, al presentar alguno de los dos atributos de calidad, el área verde obtenía el valor directo de 0.2. En el caso de la ponderación del atributo de naturaleza, su nivel quedó determinado por el ajuste del NDVI (ver siguiente subapartado 3.5.1). Las cualidades negativas de las AVU fueron consideradas a través de las variables de degradación, las cuales disminuían 0.1 si el área presentaba alguna de las dos variables negativas. Solo el atributo de naturaleza careció de esta variable, al no existir elementos para juzgarla. El puntaje máximo que se obtiene de una variable negativa o de degradación para cada atributo es de -0.8. El valor del índice de calidad va de -0.8 a 1, valor obtenido a través de la suma de los cinco atributos. Si el área verde no presentó alguna variable, se le colocaba 0 como valor (ver tabla 3.4).

Tabla 3.4 Atributos de calidad para la evaluación de las AVU

Atributos de calidad	Variables guía	Variables de mejora (+0.1)	Variables de degradación (-0.1)	Peso
Espacio	Ajuste estético e integración funcional.	Variación visual (+0.1) Integración con espacios cercanos (+0.1)	Poca variación visual (-0.1) No es congruente con los espacios vecinos (-0.1)	0.2/-0.2
Naturaleza	Índice de vegetación	NDVI ajustado (0.2)		0.2/-0.2
Cultura e historia	Importancia histórica Actividades culturales	Elementos característicos y uso de suelo históricos (+0.2) Elementos o espacios que permiten actividades culturales (+0.2)	Nulo mantenimiento (-0.1) Vandalismo (-0.1)	0.2/-0.2
Tranquilidad	Fuentes de sonido	Tipos de experiencia positiva del sonido (+0.1) Nivel de ruido/fuente congruente con el contexto (+0.1)	Tipos de experiencia negativa con el sonido (-0.1) No congruente con el contexto (-0.1)	0.2/-0.2
Instalaciones	Grado de acceso físico	Suministro de facilidades (+0.2)	Facilidades inseguras (-0.1) Mal estado (-0.1)	0.2/0.2

Fuente: Modificado de Van Herzele y Wiedemann, 2003.

Nota: Atributos analizados en base a información de campo. Para cada área verde se evaluaron las variables descritas

La evaluación anterior fue elegida por poseer la mayoría de los indicadores que reflejan la funcionalidad de un área verde. Estas características fueron descritas en el capítulo I, y representan un marco conceptual integrador para la evaluación de las AVU.

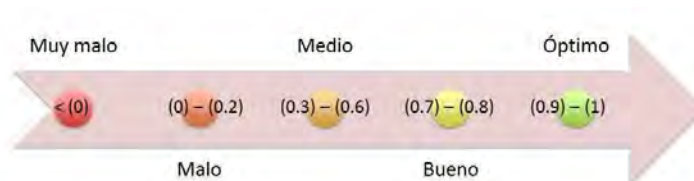


Figura 3.4 Asignación de valores a los estados de calidad

Fuente: Elaboración propia.

El valor de las AVU se asoció a estados de calidad, de acuerdo al valor que obtuvieran de la ponderación. A continuación se presenta la forma en que se asignaron los valores a un sistema categórico de estado de la calidad actual de las áreas (ver figura 3.4).

3.5.1 Evaluación del estado de la vegetación

El NDVI fue utilizado para obtener información acerca del estado de la vegetación de las AVU. El índice tiene una amplia aceptación para estimar parámetros de cubierta vegetal, ya que permite identificar la vegetación sana, reduce el efecto de otras coberturas y el efecto del relieve, los cuales afectan la interpretación del índice (Mas y Ramírez, 2011). Su cálculo se basa en la diferencia de la reflectancia de las bandas del espectro electromagnético infrarrojo cercano y rojo, bandas donde la vegetación muestra un claro contraste respecto a otros objetos. Cuando la vegetación se encuentra sometida a condiciones de estrés, su reflectividad será menor en la banda del infrarrojo cercano y mayor en el rojo. Esto determina una diferencia menor en el valor del índice e indica la presencia de una vegetación enferma, senescente y de poca densidad (Chuvieco, 2002). El rango de valores del indicador varía de -1 a +1, señalando un valor crítico para cubiertas vegetales un valor de NDVI de 0.1, mientras que para la vegetación densa presenta valores entre 0.5 y 0.7 (Holben, 1986, citado en Chuvieco, 2002).

La obtención del NDVI se generó a partir de dos imágenes SPOT5 multiespectrales que cubrían la zona de estudio. Las imágenes corresponden al año 2011, con una resolución de 10 metros.

La obtención del índice se llevó a cabo en el programa ERDAS 9.1. El programa permitió obtener imágenes con un valor de píxel del rango señalado de NDVI. Para obtener el valor promedio del conjunto de píxeles que componen las AVU de estudio, se utilizó la extensión del Programa ArcMap (ArcGIS) "Zonal Statistics as table". Este valor fue ajustado a 0.2 para la ponderación de calidad.

3.5.2 Cálculo del Índice Integrado del estado de la vegetación

El estado de la vegetación representa un parámetro importante de evaluación, al ser la característica más sobresaliente o representativa de las AVU. La evaluación de su condición resulta de especial interés para saber el estado general de la infraestructura verde y tomar direcciones claras para su mantenimiento (Tzoluas *et al.*, 2007; Pickett *et al.*, 1997).

El indicador del posible estado de la vegetación está basado en dos fuentes de información: el NDVI y una proporción de verdor óptimo. La última fuente proviene de información del NDVI, y ambas representan el ajuste que se le dio a la información del posible error asociado.

La identificación de un umbral de NDVI representa un referente comparativo y de diagnóstico para describir el posible estado de la vegetación de las AVU. El

establecimiento de un valor óptimo de NDVI tomó en consideración las observaciones que se realizaron en las verificaciones en campo. Las observaciones confirmaron que el AVU con clave "398", conocida como Bosque Cuauhtémoc, tuvo características propias que le permitían tener asociado una vegetación abundante y aparentemente saludable. Al mismo tiempo, esta área verde presenta grandes espacios con equipamiento, sin tener algún tipo de conflicto con las áreas destinadas para la vegetación. En observaciones en campo, fue una de las áreas con la mayor densidad de árboles, sin considerar las áreas naturales. Al revisar su valor individual de NDVI se confirmó que este presentó un valor de 0.100795, el cual marcó el inicio de las áreas con NDVI mayores a 0.1. Al confirmar el patrón anterior, además del conjunto de observaciones en campo mencionadas, se decidió colocar el valor de NDVI del bosque Cuauhtémoc como indicador del nivel de verdor óptimo para el conjunto de las AVU.

El indicador anterior permitió establecer un criterio para conocer la superficie de área verde en estado óptimo en cada una de las AVU. El indicador NDVI de la vegetación aceptable, explicado anteriormente, se utilizó como un umbral entre los píxeles con un valor asociado que determine la vegetación en estado óptimo. Para conocer esta información, el análisis utilizó un proceso de agrupación por intervalos de dos clases para cada área en el programa ILWIS Academic mediante la extensión "classify". Las clases agruparían el conjunto de píxeles que componen las AVU alrededor del valor de NDVI 0.1. Posteriormente, el mapa raster obtenido del anterior proceso, fue transformado a un mapa de polígonos en Arc Map, mediante la extensión "raster to polygon". Éste proceso permitió identificar el área de cada clase. La identificación del área verde del conjunto de polígonos obtenidos, utilizó en Arc Map la extensión "spatial join". El proceso permitió obtener el cálculo de la proporción de área que se encuentra en estado óptimo por área verde.

La integración de los valores obtenidos del cálculo del NDVI y la proporción óptima de área verde al interior de las AVU, fue el último proceso para la obtención de un indicador del estado de la vegetación. La clasificación por nivel de verdor promedio óptimo, trató de incorporar el error que el NDVI promedio pudiese tener por la reflectancia entre objetos. El ajuste se realizó con la siguiente fórmula:

$$NDVI_{p_i} \cdot A_{ibe}$$

Donde: $NDVI_{p_i}$ representa el promedio del conjunto de píxeles que componen el área verde de una categoría determinada i ; A_{ibe} es la superficie verde en buen estado del área verde de categoría i .

3.6 Evaluación de la integración funcional de las áreas verdes a través del enfoque de la ecología del paisaje

La evaluación de la integración funcional del conjunto de AVU, se analizó desde la perspectiva de la ecología del paisaje. La descripción utilizó métricas de

paisaje, con el fin de describir patrones espaciales que permitan su integración funcional. La caracterización de las estructuras del paisaje permitió reconocer la forma, densidad y conectividad de los parches, que en su conjunto afectan la funcionalidad de las AVU a nivel paisaje.

El uso de las métricas de paisaje tiene por objetivo la medición de la composición y configuración espacial. Las medidas de composición del paisaje identifican la presencia y cantidad del uso de suelo y su cobertura de cada tipo de parche dentro del paisaje, sin ser explícito espacialmente. Las medias de la configuración del paisaje identifican la distribución espacial del uso de suelo y la cobertura de los parches dentro del paisaje (Alberti, 2008). Las métricas representan buenos predictores del estado de los ecosistemas y su capacidad de soportar funciones ecosistémicas y patrones de disturbio (ibíd., 2008).

El análisis con las métricas de paisaje se realizó en el programa ArcMap (ArcGIS, 9.3), en donde se utilizó la extensión de dominio público FRAGSTATS para ArcGIS (McGarigal and Marks, 1995) para calcular las métricas de paisaje en formato shapefile. Se verificó la redundancia entre métricas del paisaje con investigación de metodologías similares (Zhang y Wang, 2006; Kong *et al.*, 2010). A continuación se presentan las métricas utilizadas para el análisis de las AVU identificadas (ver tabla 3.5).

Tabla 3.5 Propuesta de evaluación de parches para paisajes urbanos

Patrón	Atributo	Métricas de paisaje	Descripción
Forma	Forma del parche	Media del índice de forma (MSI)	Promedio de la forma del parche o el promedio de la relación perímetro-área para todos los parches o un particular tipo de parche; medida de la configuración del paisaje.
	Tamaño del parche	Media del tamaño del parche (MPS)	Tamaño medio del parche; medida de configuración del paisaje.
		Área de la clase (CA)	Suma de las áreas de todos los parches correspondientes a un tipo de parche; medida de composición del paisaje.
Densidad	Cantidad de parches por cada clases	Número de parches (NumP)	Número de parches para un determinado tipo de parche; medida de la configuración del paisaje.
	Densidad de clases	Densidad de parche (PD)	Número de parches por unidad de área (kilómetro cuadrado); medidas de estructura del paisaje.
Heterogeneidad	Composición de la cobertura	Porcentaje de la cobertura del suelo	Representación del área total y sus clases asociadas respecto a otros usos de suelo en el paisaje.
	Dominancia de clases	Índice del parche más grande (LPI)	Porcentaje de la superficie total del paisaje conformado por el parche más grande. Indicador del grado de fragmentación.

Conectividad	Distancia entre parches	Media Euclidiana de la distancia al vecino más cercano (MNN)	Distancia del valor promedio de todos los parches de AVU al parche vecino más cercano
--------------	-------------------------	--	---

Fuente: Adaptado de Alberti, 2008. Métricas agregadas de Zhang y Wang, 2006; Kong *et al.*, 2010.

Nota: Se detallan los atributos que describen patrones del paisaje. Se incluye una breve descripción de lo que estas métricas evalúan.

La tabla anterior representa una propuesta de evaluación para paisajes urbanos de Alberti (2008), donde los atributos son útiles para describir patrones ecológicos en el paisaje. Estas métricas fueron complementadas con la revisión de redundancia de métricas en estudios que evaluaron áreas verdes con métricas de paisaje (Alberti, 2008. Métricas agregadas de Zhang y Wang, 2006; Kong *et al.*, 2010).

3.6.1 Cálculo del Índice de fragmentación de las áreas verdes

La fragmentación que presenten las AVU se traduce en un empequeñecimiento y aislamiento creciente de los parches, lo cual está asociado a una pérdida de funcionalidad por la falta de conectividad (DBDOTMA, 2003). La reducción y creciente separación espacial de las AVU se relaciona con una disminución de su dinámica ecológica (abundancia, distribución y viabilidad de poblaciones). El índice de fragmentación representa una medida cartográfica del grado de agregación espacial entre manchas o AVU (ibíd., 2003). Esto permite concebirlo como un indicador de la posible relación y funcionalidad que guardan las AVU. El índice permite integrar las métricas de paisaje obtenidas.

La ecuación utilizada para calcular el índice de fragmentación se basó en el estudio de DBDOTMA (2003), en donde se utiliza el índice que se obtiene de la siguiente ecuación:

$$F = \frac{S_h}{(P_m \cdot R_c)}$$

Donde: S_h representa la superficie total del hábitat

P_m refiere al número de manchas y

R_c indica el valor de dispersión de las manchas, el cual se obtiene de la siguiente forma:

$$R_c = 2d_c \left(\frac{\lambda}{\pi} \right)$$

Donde: d_c representa la distancia media desde una mancha (su centro o centroide) hasta la mancha más cercana.

λ es la densidad media de manchas, la cual se obtiene de la siguiente forma:

$$\lambda = \frac{N_m}{S_t} \cdot 100Ha$$

Donde: N_m representa el número de manchas; S_t es la superficie total del área de estudio.

La fragmentación se traducirá en un creciente empequeñecimiento y aislamiento de las AVU, dándonos una idea de la representatividad de las áreas en el paisaje urbano, así como de la posible relación funcional que mantienen entre si.

La comparación de los valores obtenidos no podrá efectuarse hasta que se generen estudios que monitoreen el índice de fragmentación, o se estudie para diferentes años. Sin embargo, con la información disponible se construyó a partir de la imagen de satélite un escenario ideal, tomando como AVU todas las áreas no urbanizadas para el 2008. El proceso de análisis se realizó a partir del producto de identificación visual mencionado en el apartado 3.3 de éste capítulo. Esto permitió tener un referente del grado en que se encuentra el índice de fragmentación con todas las áreas no urbanizadas fungiendo como áreas verdes, junto con las áreas formales identificadas.

3.6.2 Evaluación de la conectividad de las áreas verdes

La importancia de modelar el potencial movimiento de los organismos en ambientes urbanos, representa un buen indicador de las condiciones ambientales de las AVU. La conectividad es entendida en términos estructurales y funcionales, y en su conjunto determina el grado de movilidad de los organismos. Una forma de evaluar la conectividad de las AVU es el método del parche del menor costo (Adriaensen *et al.*, 2003). Éste método asigna valores de impedancia o fricción a los parches verdes. De esta forma, la conectividad representa la relación costo-distancia (o costo acumulado del viaje) desde una celda hasta la celda más cercana en el conjunto de celdas de origen (DBDOTMA, 2003).

Las funciones de costo miden la distancia en unidades de costo. Estas funciones requieren una cuadrícula de origen (mapa de fuentes) y una cuadrícula de costo (mapa de resistencias). La cuadrícula de origen contiene las AVU, las cuales tienen un valor que es procesado como celdas de origen. La cuadrícula de costos asigna un valor de impedancia a un sistema de medición de unidades uniformes que ilustre el costo asociado de trasladarse en diferentes ambientes, haciendo que los valores del índice sean más sensibles que otros ambientes (ibíd., 2003). De esta forma, el valor de cada celda en la cuadrícula de costo representa la distancia costo-por-unidad de paso por cada celda, donde la distancia corresponde a la anchura de la celda (ibíd., 2003).

El presente trabajo realizó la modelación de la conectividad utilizando el producto de identificación visual de la identificación de baldíos (descritos en la sección anterior). Esta cobertura permitió dividir nuestra zona de estudio en dos tipos de coberturas: superficie urbanizada y superficie no urbanizada, o baldíos. De esta forma, se pudo modelar la conectividad de las AVU formales en su interacción con la densidad de construcciones y los espacios no urbanizados o baldíos (dentro de baldíos también entraron terrenos de cultivo). La resistencia del movimiento entre AVU se representa al pasar por la superficie urbanizada y los baldíos. El producto del

modelo de conectividad obtenido tuvo como finalidad la identificación de áreas potenciales de convertirse a AVU, ya que representan áreas críticas para la mejora de su conectividad. A su vez, permitió visualizar la dificultad de movimiento de fauna silvestres en el área urbana.

3.6.3 Reconocimiento de patrones ecológicos como indicadores de valores de costo

Los valores de costo representan el grado de esfuerzo de los organismos para moverse en su ambiente. La definición de éste esfuerzo en ambientes urbanos requiere el establecimiento de distintas variables. El estado de la vegetación es un indicador determinante de la dispersión de vida silvestre y disponibilidad de hábitat que se utiliza para evaluar ambientes urbanos (Zhuang *et al.*, 2011; Miller, 2008 y Jongman, 2008 citados en Kong *et al.*, 2010). La modelación del movimiento de los organismos bajo estas consideraciones representa un buen indicador de las condiciones ambientales de las AVU. Estudios han descrito el movimiento de poblaciones de aves para ambientes urbanos, los cuales son los más populares en cuanto a conocimiento de la ecología urbana. Los resultados de estas investigaciones han apreciado dos tendencias: existe un decremento en la riqueza de especies del total de aves que se han evaluado, cuando la densidad de edificios y construcciones en el área urbana aumenta (Caula *et al.*, 2008; Sandström *et al.*, 2006). Sin embargo, en AVU que presentan un mayor tamaño o área, junto con una compleja estructura de la vegetación, son factores que se han reconocido como importantes para las aves, reflejado en el aumento de la riqueza de especies de aves en las áreas verdes (Carbo-Ramírez y Zuria, 2011).

Los valores de impedancia de estudios como los de Kong *et al.* (2010) y Zhuang *et al.*, (2011), han sido calculados en base a la evaluación de la cobertura vegetal, así como el estado de las AVU y grado de disturbio de los mismos. La contribución de la cobertura vegetal y la salud ecológica de las AVU, pueden ser usados para definir la calidad del hábitat de vida silvestre, donde el estado y grado de disturbio antropogénico, influyen la presencia y sobrevivencia de la vida silvestre (Kong *et al.*, 2010; Zhuang *et al.*, 2011).

La evidencia anterior determina que el movimiento de vida silvestre en las ciudades, a través de las AVU, está relacionada directamente con la presencia de vegetación, la salud de la misma y el nivel de disturbio del lugar. La aplicación de la información sobre la importancia de la cobertura vegetal en la conectividad de las AVU, permitió utilizar los valores del NDVI ajustado como valores de costo.

3.6.4 Modelación de la conectividad de las áreas verdes

El proceso para obtener los valores de impedancia se describe en el siguiente diagrama (ver figura 3.5). La obtención de los valores de impedancia para las

coberturas de áreas construidas y baldíos fue necesaria para calcular la conectividad de la ciudad.

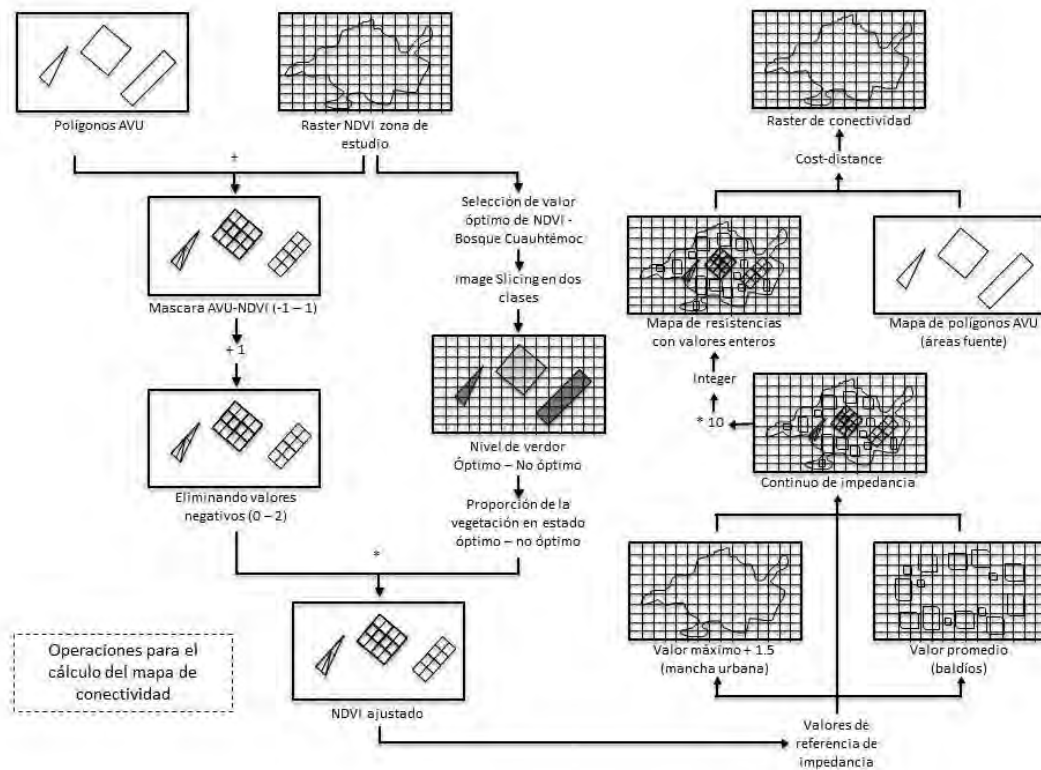


Figura 3.5 Procedimiento para la obtención del raster de conectividad de las AVU

Fuente: Elaboración propia.

El proceso calculó los valores de impedancia a partir del Índice integrado de la vegetación o nivel de verdor, y se describe con mayor detalle en el apartado 3.5.2. Éste conjunto de valores para cada área verde representó a su vez valores de referencia para la obtención de las resistencias del área urbana y de los baldíos. La obtención del polígono del área construida se obtuvo a través de la periferia exterior y la conjunción con los polígonos de los baldíos. La asignación de valores de costo a estas coberturas, tomó el valor promedio del conjunto de valores del nivel de verdor para los baldíos. Para el área construida, al valor promedio se le sumó 1.5. El continuo de resistencias entre estas dos coberturas fueron ajustadas a valores enteros con la función de ArcMap Integer. El último proceso utilizó el mapa de resistencias entre estas dos coberturas (área construida y baldíos), junto con el mapa de AVU o mapa de fuentes. Ambos fueron utilizados para calcular la conectividad de las AVU con la extensión de ArcMap “cost distance”.

El último paso para la identificación de áreas potenciales de ser convertidas a AVU se basó en los valores de resistencia más altos. Estas áreas fueron seleccionadas como zonas críticas que pueden disminuir el nivel de impedancia en zonas desprovistas de AVU.

3.7 Evaluación de la accesibilidad a las áreas verdes

La accesibilidad a las AVU para propósitos de este trabajo representa en su sentido cuantitativo la cantidad de área verde disponible a una distancia específica (DTLR, 2002; Bell *et al.*, 2008). La distancia queda sujeta a estándares internacionales que han sido sugeridos por distintos estudios, encontrando ideales de distancia desde las casas de los usuarios a las AVU (en términos de frecuencias de visitas de los usuarios a estas áreas). El rango que se ha señalado como ideal es de 100 a 400 metros, siendo 100 metros la máxima frecuencia de visitas al área verde, y disminuyen conforme llegan a 400 metros (Gorffnaf, 2002). El English Nature marca 300 metros como medida estándar (ibíd., 2002). El presente trabajo utilizó el rango de accesibilidad de 100 a 300 metros de radio, los cuales fueron modelados a través de *buffers* simples (áreas de amortiguación) en el módulo "Buffer" de ArcMap, considerando 300 metros de radio como el alcance máximo de accesibilidad.

3.7.1 Unidades de información

Los *buffers* o áreas de influencia para modelar la accesibilidad fueron comparadas con las AGEB's⁶⁷ (Área geoestadística básica) y las manzanas, de las localidades urbanas de Morelia y Morelos (esta última mejor conocida como Tenencia Morelos, ambos pertenecientes al Municipio de Morelia). Las AGEB's y manzanas fueron obtenidas a través de una petición de información a INEGI, de donde se obtuvo la carta urbana de Morelia de las dos localidades anteriores. De la anterior fuente de información se obtuvieron los *shapes* y sus respectivas claves. Los límites de las AGEB's y las manzanas, pertenecen al último censo económico 2009, las cuales representan los límites de estas unidades de información.

La información anterior permitió reconocer que la ciudad de Morelia, de acuerdo a los límites de estudio de éste trabajo y datos del censo económico de INEGI 2009 (la más actualizada), se encuentra compuesta por 300 AGEB's y 9, 766 manzanas que componen el área de estudio. La población total de la zona de estudio es de 611, 076 habitantes, información perteneciente al último censo de población y vivienda (INEGI, 2010).

El análisis de accesibilidad por modelación de *buffers* solo consideró el conjunto de AVU públicas. La exclusión de las AVU privadas se debió a la inaccesibilidad que presentan como espacios públicos, siendo reservados únicamente para habitantes de fraccionamientos cerrados. Lo anterior señala que el

⁶⁷ Un área geoestadística básica es una extensión territorial, que corresponde a la subdivisión de las Áreas Geoestadísticas Municipales. Constituye la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional y, dependiendo de sus características, se clasifican en dos tipos; Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas y Áreas Geoestadísticas Básicas Rurales. Estos límites geoestadísticos son líneas divisorias que delimitan un territorio apegándose lo más posible a límites político-administrativos. El área contiene a un grupo de manzanas, las cuales van de 1 a 50 manzanas, y son asignadas solo a localidades urbanas. Las AGEB contienen información de algunas variables que fueron evaluadas durante el censo de población y vivienda.

límite de accesibilidad de estas áreas está marcado por la barda que separa el desarrollo privado de las demás construcciones, no aplicando el nivel teórico de accesibilidad. Para propósitos de éste trabajo, es de especial interés el papel de AVU públicas por su funcionalidad única respecto a otros espacios privados de la ciudad.

3.7.2 Modelación de la accesibilidad

El procedimiento para obtener la población influenciada por las AVU públicas unió los *shapes* de sus *buffers* de 100, 200 y 300 metros, junto con los *shapes* de las AGEB's y manzanas. Esto permitió conocer la accesibilidad potencial que tiene la población a AVU. Posteriormente se evaluó la accesibilidad actual considerando solo las AVU de alta calidad.

La obtención de la información se realizó uniando los diferentes insumos: *shapes* de AGEB's y manzanas de toda el área de estudio y los *shapes* de *buffers* para cada área verde (100, 200 y 300 metros). La unión utilizó la extensión "Union" de Arc map, y posteriormente una selección por localización reconoció las AGEB's y manzanas que intersectan con los *buffer* individuales de las AVU. Las AGEB's y manzanas influenciadas por los *buffer* de accesibilidad fueron extraídos para ser cruzados con información de sus claves individuales con la población total relacionada. Éste proceso permitió conocer el total de la población con acceso a AVU o la accesibilidad potencial.

La evaluación de la calidad de las AVU, descritas en el apartado 3.5 de éste capítulo, fue considerada para modelar las áreas de calidad media, buena y óptima. Esta información reconoció la accesibilidad actual a las AVU funcionales, señalando a distribuidas estos espacios en el área urbana y el número de personas real que se ven afectadas por la presencia de espacios funcionales. El procedimiento se justifica por los rangos de accesibilidad teóricos considerados, los cuales aplican únicamente si las AVU se encuentran en condiciones adecuadas (Bell *et al.*, 2008; Gorffena, 2002). La modelación siguió el mismo procedimiento antes explicado.

3.7.3 Modelación de la accesibilidad por nivel de marginación y contornos urbanos

Uno de los patrones que se aprecian en la accesibilidad a AVU, como se ha mencionado en el capítulo II, es que esta se ve favorecida en las zonas centro de las ciudades y en aquellos sectores con los niveles de ingresos más altos de la ciudad (León, 2008; Barbosa *et al.*, 2007; McConnachie y Shackleton, 2010; Bai *et al.*, 2005). La presente evaluación pretende mostrar el patrón de la distribución de las AVU en relación a un indicador del nivel socioeconómico de los diferentes sectores de la ciudad.

El análisis tomó la caracterización de AGEB por niveles de precariedad realizado por Hernández y Vieyra (2010), mismo que tuvo su antecedente en Vieyra y Larrazábal (2009), como base para describir indicadores socio-económicos. El

modelo de precariedad tiende a remarcar condiciones de ingresos, escolaridad, servicios de salud y materialidad de la vivienda como las principales variables de precariedad. Las AGEB's utilizadas, así como el levantamiento de datos que componen las 14 variables evaluadas por los autores para su modelo de precariedad, corresponden al año 2005. De esta forma, la comparación del nivel de accesibilidad a AVU por nivel de precariedad de la población urbana (2005), pretende visualizar su posible relación con datos de población del 2010.

Las AGEB's de precariedad urbana 2005 registraron un total de 275 AGEB's, 25 menos que las del 2009. La información de los límites de las AGEB's 2005 fue transferida a los límites de las AGEB's 2009, ya que los límites no presentaron grandes diferencias. Aquellas AGEB's sin información fueron marcadas con "N.D."

Los contornos urbanos también representan una fuente de información del estado socio-económico de la población, ya que Hernández y Vieyra (2010) apreciaron un patrón en la precariedad urbana. Este patrón identificó que los niveles de precariedad más altos se encuentran en la periferia exterior. Esta situación no indica que todos los habitantes bajo condiciones de precariedad habitacional se localicen en la periferia, ni todos los habitantes en la periferia presenten dichas condición. Sin embargo, los autores encontraron una relación espacial entre distancia y precariedad habitacional conforme los asentamientos humanos se desplazan del centro urbano principal hacia la periferia de la ciudad, aumentando los niveles de precariedad habitacional. La información también fue comparada para saber la calidad de AVU presentes y su relación con la población por niveles de marginación.

3.8 Conclusiones generales del Capítulo III

El conjunto de métodos utilizados para la evaluación de las AVU, fueron adaptados con los datos y las herramientas disponibles para su análisis. La evaluación de la calidad de las áreas permitió reconocer los elementos más importantes que determinan su funcionalidad desde la búsqueda bibliográfica. Su evaluación requiere incorporar la opinión de personas o usuarios a las AVU, con el fin de verificar si las variables que determinan la calidad son las correctas, así como tener mayor precisión a la realidad de Morelia.

La evaluación de las métricas de paisaje representó un ejercicio importante para reconocer patrones espaciales que influyeran en procesos ecológicos, los cuales permitan mejorar los servicios ambientales que recibimos de las AVU. Se reconoce que un estudio más detallado sobre las coberturas urbanas podrían mejorar modelos orientados a la mejora de la conectividad. Sin embargo, utilizando la información disponible, fue posible apreciar el patrón de fragmentación al que están sometidas las AVU. Las métricas de paisaje podrían representar una herramienta útil para modelar los procesos de cambio de estos espacios en el tiempo, estableciendo estrategias claras para mejorar su condición actual.

La evaluación de la accesibilidad fue una modelación de gran precisión, debido a los recursos disponibles para su evaluación. A través de herramientas sencillas en un SIG se pudo saber el grado de accesibilidad real a AVU de Morelia. Sin embargo, se reconoce que incorporar algunas otras herramientas, como los modelos de redes, podrían mejorar la precisión del cálculo de accesibilidad, al no considerar barreras en la modelación.

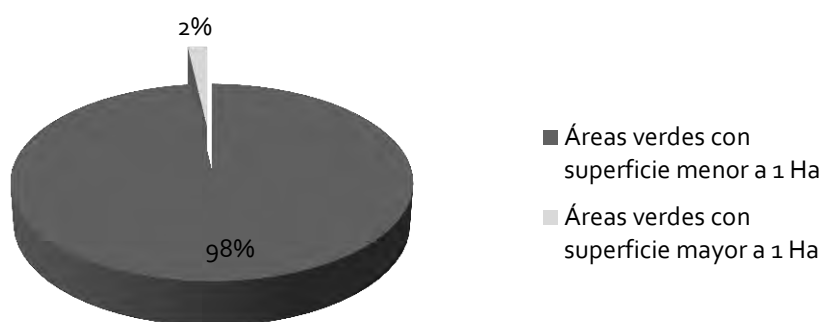
CAPÍTULO IV. Diagnóstico del estado de las áreas verdes de Morelia

4.1 Composición de las áreas verdes urbanas de Morelia

El análisis del registro municipal de las AVU de Morelia indica que éstas se encuentran bajo un proceso de fragmentación y presión por parte del desarrollo urbano. El análisis del registro de las áreas verdes del Municipio reflejó la dominancia de áreas con una superficie menor a 1 Ha, lo cual afecta sus funciones ambientales (Jim y Chen, 2003). Este patrón puede explicarse por el marco legal del diseño de estos espacios, la diferencia en las gestiones de la ciudad para controlar la urbanización, el uso que le dan los usuarios a estas áreas y la conceptualización de lo que son considerados como AVU.

Las áreas menores a 1 Ha representan el 98% de los registros municipales, lo que se traduce en que AVU pequeñas favorecen funciones de impacto local. La presencia de grandes áreas con una alta conectividad, propicia la biodiversidad de especies y servicios ambientales (Jim y Chen, 2003), mismos que disminuyen los efectos negativos de la contaminación e influyen la calidad de vida los habitantes. Tan solo el 1.78% de las AVU del municipio de Morelia, cumplen con especificaciones de área internacionales ligados con diversos servicios ambientales de impacto regional (ver gráfica 4.1).

Gráfica 4.1 Superficie de las áreas verdes en Morelia



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Comparación de la distribución de los datos de superficie de las AVU de Morelia, en relación a 1 Ha, medida determinada como área verde mínima funcional a escala regional.

Fuente: Referencias de 1 Ha mínima Jim y Chen, 2003; Van Herzele y Wiedemann, 2003; Ballester-Olmos y Morata, 2001.

La alta representatividad de AVU de menor tamaño se explica por los lineamientos vigentes de su diseño, establecidos en el Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán (CDUEM). El código indica que cada nuevo desarrollo requiere destinar el 3% de su superficie como área verde. Además, del 10% del área de donación, el 50% de esta superficie deberá de complementar usos de suelo compatibles con área verde. Con base en lo anterior, pocos son los desarrollos se vieron en las verificaciones cumplen con esta especificación, según las verificaciones en campo. De forma tal que la falta de lineamientos de diseño que mejoren los elementos que afectan la funcionalidad de las AVU, resultará en la fragmentación de estos espacios, que a su vez representan condiciones desfavorables de habitabilidad para los nuevos desarrollos. La carente funcionalidad de las áreas puede tener un impacto negativo sobre grupos de población vulnerables, como ancianos y niños, quedando desprovisto de espacios para actividades recreativas y de un ambiente sano. Se sugiere un replanteamiento de la base legal sobre el modelo actual del diseño de las AVU, aumentando la superficie destinada como área verde y señalando lineamientos de diseño que eviten su fragmentación.

Otra determinante que explica la dominancia de AVU pequeñas es la forma en la cual se han considerado históricamente. La ley reconoce de forma distinta lo que es destinado como área de donación (parques y plazas públicas), de lo que son áreas verdes compuestas en su 100% por vegetación (área verde). De acuerdo a las observaciones en campo, esta diferencia fue clara en nuevos desarrollos habitacionales, sin embargo, algunos desarrollos presentaron áreas con características distintas, evidenciando la diferencia en las gestiones gubernamentales para el establecimiento de principios de diseño de las AVU. De esta forma, el contexto histórico de la ciudad pudo haber influido el diseño de estas áreas.

Otro factor importante a considerar respecto la presencia dominante de AVU menores a 1 Ha, es la vulnerabilidad que estos espacios presentan, al ser transformadas por los ciudadanos y el gobierno. Tales transformaciones han disminuido la superficie verde, ocasionando la impermeabilización del suelo y con ello la disminución de las funciones y estabilidad de la vegetación. Este tipo de acciones se deben a la falta de una visión de ciudad verde a largo plazo, que reconozca la importancia histórica de las AVU en el desarrollo urbano de la ciudad de Morelia. De continuar un patrón de modificaciones internas en las AVU, se podría afectar seriamente la dinámica ambiental de la ciudad (Dobbs *et al.*, 2011).

Las AVU ante la crisis ambiental de las ciudades, se presentan como un elemento clave para abatir los efectos negativos de la dinámica urbana (Baycan-Levent y Nijkamp, 2009). El Municipio y el Estado deberán de revisar seriamente la legislación vigente, integrando especificaciones de área que mejoren la integridad de las áreas y sus funciones, y que a su vez favorezcan su integración a un modelo de red verde. La urgencia de estas medidas se vuelve más necesaria con la dinámica

poblacional actual, que en el caso de la ciudad de Morelia se ha presentado en los últimos cincuenta años un importante crecimiento poblacional y urbano. La falta de una política de mejoramiento e incremento de la superficie verde podría degradar la condición de las AVU actuales y con ello el ambiente urbano, aumentando el impacto negativo de las urbes sobre su territorio y sobre la calidad de vida de sus habitantes.

Un aspecto importante deberá ser el replanteamiento del concepto de áreas verdes urbanas (AVU). Al respecto, los lineamientos requieren una reflexión y reconocimiento del conjunto de espacios que integran la infraestructura verde, lo cual permitirá reconocer detalladamente los elementos locales que influyen sobre su diseño, funcionalidad e integridad.

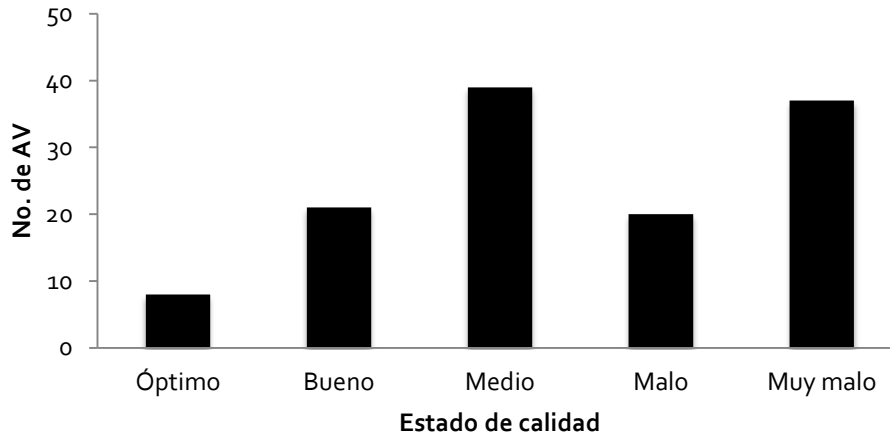
4.2 Calidad de las áreas verdes, aproximación de su estado actual

Los resultados de la evaluación de la calidad de las AVU bajo estudio, muestran una tendencia hacia la degradación. Predominan aquellas áreas relacionadas con estados de calidad negativos, concentrándose la mayor parte en estado “medio” y “muy malo” (ver gráfica 4.2). Este patrón indica la falta de mantenimiento sobre las AVU, ya que al revisar las variables evaluadas del índice de calidad se reconoce su inadecuado diseño en el mobiliario, su localización, infraestructura para actividades culturales y la tranquilidad del área.

Las AVU que pertenecen a los estados medio, malo y muy malo representan el 76.8% del total de las AVU estudiadas. El resultado anterior indicaría la insuficiencia de AVU funcionales. Los estados de calidad “medio” y “muy malo”, representan dos interpretaciones contrastantes de la condición de las AVU (ver ejemplos en Anexos, tabla 1.B).

En el caso de las áreas de nivel de calidad “medio” representan el 31.2% del total de áreas de estudio, y tienen asociado valores de ponderación altos en atributos de calidad de vegetación, instalaciones y localización. El alto valor de ponderación en las variables justificó su estado “aceptable”. Sin embargo, esta condición no es deseable, al tener asociado atributos negativos sobre la tranquilidad y el desarrollo de actividades culturales dentro del área. Además, el nivel de calidad medio puede afectar negativamente la funcionalidad percibida por los usuarios, ya que la falta de elementos que diversifiquen las actividades que se realizan en el área, repercuten en un menor número de visitas y afecta el reconocimiento social e importancia ambiental del área.

Gráfica 4.2 Evaluación de la calidad de las áreas verdes de la ciudad de Morelia



Fuente: Elaboración propia.

Las AVU de calidad negativa, tales como "malo" y "muy malo", representaron el 41.12%. En el caso de las áreas en estado "malo" representan el 16%, y requieren una revisión total de su condición, involucrando elementos que mejoren su recuperación y funcionalidad, tales como la restauración o renovación de la vegetación y la reparación o incorporación de mobiliario. Las áreas de "muy mala calidad", al no tener elementos positivos dentro de los atributos de calidad, pueden ser consideradas como áreas vulnerables, donde su nula funcionalidad es reemplazada por puntos de conflictivos y de peligro para las personas que se encuentran viviendo cerca de ellas. Los resultados de estas dos categorías representan grandes retos para la administración y la población urbana, ya que se requieren de grandes esfuerzos para dinamizarlas. Algunos de los restos se mencionan mas adelante.

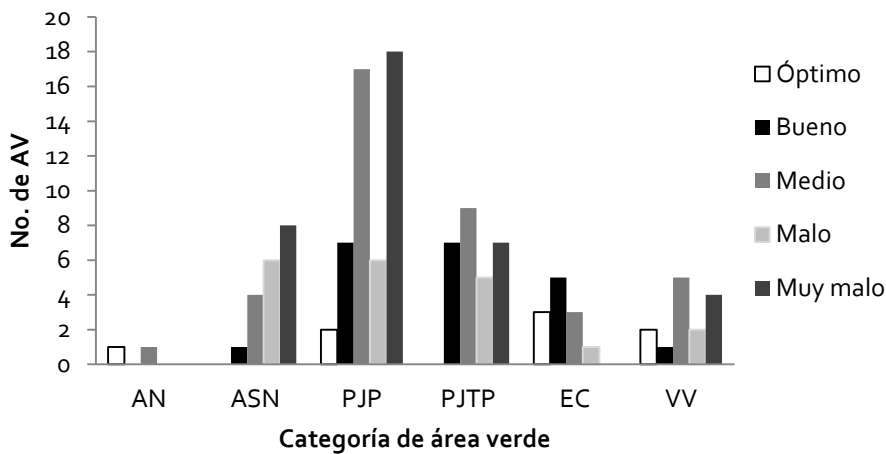
Las categorías positivas, "óptimo" y "bueno", son minoritarias respecto los demás estados de calidad. Solo el 6.4% de las AVU tienen un nivel óptimo, lo que significa la posible satisfacción de todas las necesidades que la gente espera encontrar en ellas (ver gráfica 4.2). Estas áreas de alta calidad influyen en la percepción de accesibilidad de la población, superando los niveles teóricos de influencia de 300 metros. El 16.8% de las AVU tienen una "buena calidad", y es posible que su posible contribución a servicios ambientales también sea relevante, aunque podrían carecer de algún elemento que impacte su calidad óptima. Estos espacios requieren pocas acciones para su mejora.

4.2.1 Factores que influyen en el estado de las áreas verdes

El análisis del estado de las AVU por categoría permitió conocer de forma detallada las áreas con necesidad de atención, identificando acciones específicas para su mejora. La tendencia de los indicadores de calidad en la mayoría de las

categorías se inclina hacia estados de calidad negativos, como se mostró en los resultados generales de la calidad, siendo escasas las AVU en estado óptimo (ver gráfica 4.3). Este comportamiento sobresale en las categorías "áreas semi-naturales", "parques-jardines públicos" y "parques y jardines privados" y "vías verdes". La única categoría asociada a un patrón de calidad deseable fue "espacios cívicos", al tener el mayor número de AVU con altos niveles de calidad (ejemplos en Anexos, tabla 3.B). La generalización del estado negativo de la mayoría de las categorías, de acuerdo a los resultados obtenidos, señalaría que los problemas podrían asociarse al diseño del área y la falta de mantenimiento por los usuarios y el municipio.

Gráfica 4.3 Evaluación de la calidad de las áreas verdes por categoría



Fuente: Elaboración propia.

Nota: El eje X muestra las categorías de área verde, donde AN representa las áreas naturales, ASN áreas semi-naturales, PJP parques y jardines públicos, PJTP parques, jardines y terrenos privados, EC espacios cívicos, VV vías verdes.

El deficiente estado de la mayoría de los parques y jardines públicos resalta en el conjunto de categorías de AVU (ver gráfica 4.3). De acuerdo a la ponderación de las variables "calidad el espacio", "tranquilidad" e "instalaciones" fueron las más bajas. Estas variables están relacionadas con la mala planeación de las AVU en términos de su localización, afectación de la dinámica urbana sobre el área y destrucción o insuficiencia de instalaciones para el desarrollo de actividades de esparcimiento o actividad física. El estado de degradación de esta categoría determina su nula contribución a los servicios ambientales (ver tabla 4.1). Lo anterior representa un indicador negativo, ya que esta categoría constituye la mayoría de las AVU de Morelia (40% de las AVU)(ver gráfica 4.3). La posible degradación de los espacios de esta categoría se puede explicar desde su creación, siendo carentes elementos de diseño y planes de manejo dirigidos para disminuir los

impactos de su uso diario. Sin embargo, su carácter público puede ejercer la mayor degradación a través del uso. La tragedia de los comunes explica la lógica de los individuos que sobre-utilizan un recurso escaso, persiguiendo el interés propio y aprovechándose del carácter público de las áreas (Ostrom, 2000).

Tabla 4.1 Relación de las variables de calidad con los servicios ambientales

Variables de calidad de las áreas verdes	Servicios ambientales relacionados
Espacio	Apreciación estética
Cultura e historia	Herencia cultura e identitaria
Naturaleza	Microclima, infiltración, refugio de vida silvestre, control de contaminación
Tranquilidad	Reducción de ruido
Instalaciones	Convivencia social

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los parques y jardines privados están ligados a fraccionamientos que mantienen de mejor forma sus AVU, lo cual se apreció en los altos valores de ponderación de su vegetación. Sin embargo, las áreas presentaron valores bajos en las variables de calidad “espacio” y “cultura e historia”. Los valores obtenidos para estas categorías están vinculadas a la mala localización del área verde en el fraccionamiento, así como la falta de elementos que permitan la realización de actividades culturales. Estos atributos influyen notablemente en la accesibilidad para llegar y permanecer en el área, reduciendo su nivel de calidad y funcionalidad, además de que su contribución a las redes sociales y ecológicas se ve severamente afectada (ver tabla 4.1).

El estado de las vías verdes depende del desarrollo de infraestructura vial de la ciudad, ya que el desarrollo urbano de las ciudades tiende a afectar en mayor grado a estas áreas, propiciando cambios constantes en su interior. Solo en los casos donde las vías que presentan un ancho aceptable, se puede incorporar andadores, equipamiento y mayor cantidad de vegetación, respetando la integridad del área. De esta forma, es necesario diseñar estos espacios de modo tal que aumenten su superficie y mejoren la funcionalidad e integridad de sus componentes. El mantenimiento de las vías verdes es crítico para mejorar la conectividad de las AVU, disminuyendo con ello la condición actual de degradación y aislamiento extremo.

La categoría “espacios cívicos” debe su alta calidad funcional a su localización espacial, ya que la mayoría de estos espacios se encontraron en el centro histórico de la ciudad, donde la atención de las AVU es constante. Sin embargo, otros espacios cívicos alrededor de la ciudad también presentaron una

alta calidad, lo que puede estar relacionado con la importancia social de este tipo de áreas verdes.

Finalmente, cabe señalar que el diseño y mantenimiento de las AVU requiere lineamientos diferenciados para cada categoría. Algunas categorías, como "parques y jardines públicos", requieren medidas especiales de diseño y mantenimiento que soporten las condiciones ambientales y el uso de usuarios.

4.2.2 Influencia del desarrollo histórico de la ciudad sobre la calidad de las áreas verdes

La visualización espacial del estado de las AVU respecto los contornos urbanos, permito vislumbrar la relación entre las características individuales de estos espacios y la historia urbana de la ciudad de Morelia. Los resultados mostraron la mayor concentración de las AVU en la periferia inmediata (el 56% de las áreas) y una menor representación de las áreas restantes en el contorno central y la periferia exterior (23.2% y 20.8% respectivamente)(ver gráfica 4.4). La calidad de las AVU tiende a mayores estados de degradación en la periferia exterior e inmediata. El contorno central concentra la mayoría de las áreas de mejor calidad (ver figura 4.1 y mapa en Anexos, Mapa 1). Al relacionar los estados de calidad con los contornos urbanos, se puede apreciar la forma en que ha cambiado la importancia de las AVU dentro de la planeación urbana, en términos de su importancia histórica en las diferentes etapas de urbanización de la ciudad de Morelia, y por lo tanto permite comprender su estado actual.

El contorno central, el cual representa el crecimiento de la ciudad hasta los años setentas, concentra la mayor cantidad de AVU con altos niveles de calidad (ver gráfica 4.4). Esta tendencia puede estar relacionada con la importancia que han jugado en las etapas más antiguas de la ciudad y con la planeación de estos espacios, que pudo ser mas cuidadosa. La importancia de estas áreas era mayor en el periodo de la colonia, lo cual explica la concentración de AVU de alta calidad funcionalidad en el centro histórico de la ciudad. El reconocimiento de la importancia de las AVU durante el periodo anterior a la década los setentas, pudo ejercer alguna influencia sobre el diseño de las AVU. El patrón se repite con los pocos espacios que se encuentran alrededor el centro histórico de la ciudad, los cuales presentan elementos que mantienen una alta calidad funcional. En estos espacios se ve reflejada la apreciación de las AVU y de su diseño, como elementos relevantes en el contorno central, mismos que son relevantes para los habitantes urbanos.

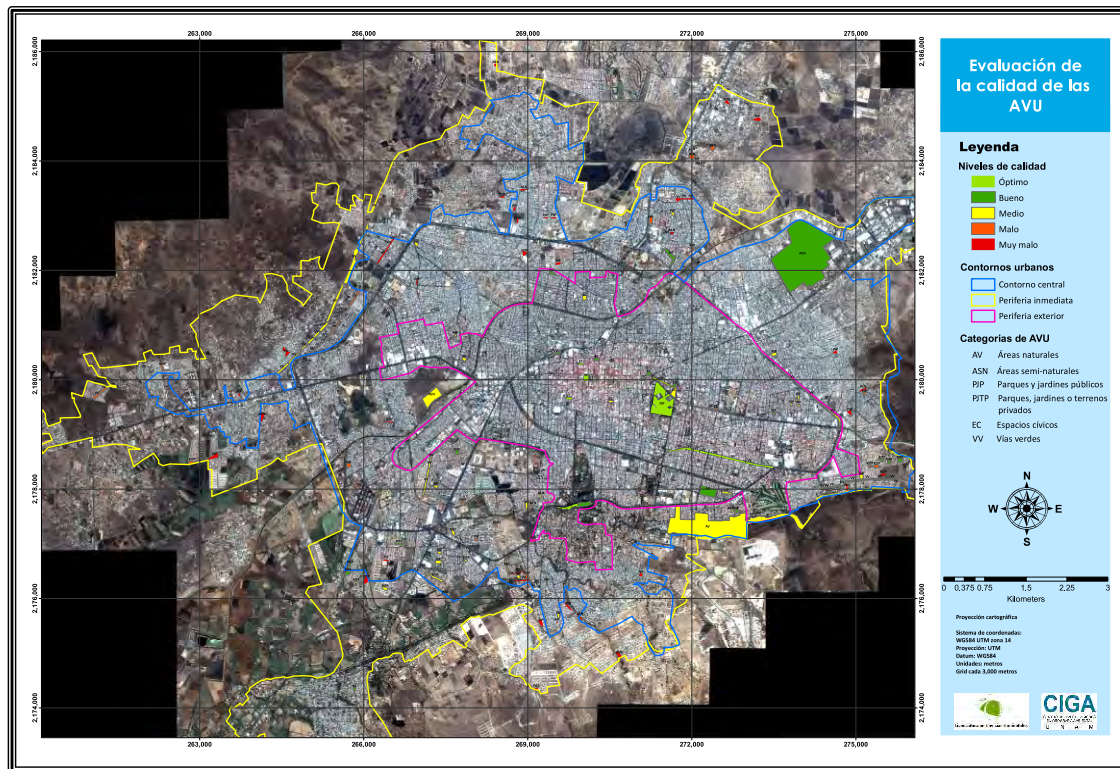


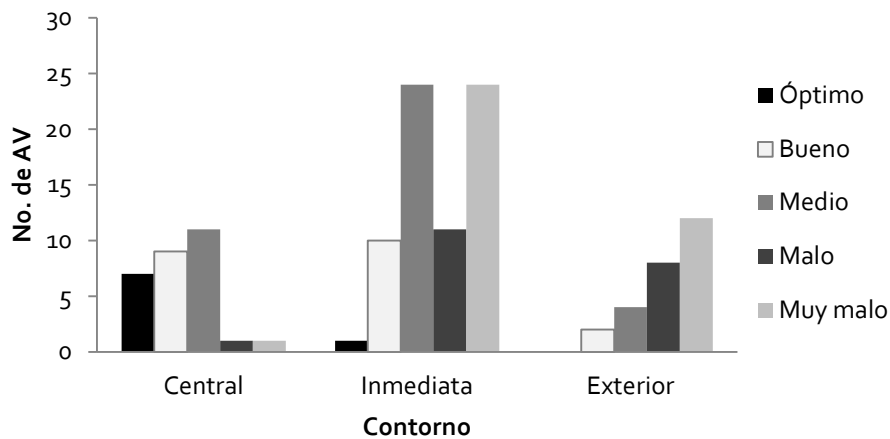
Figura 4.1 Evaluación del estado de las AVU.

Fuente: Elaboración propia. Contornos urbanos de Vieyra y Larrazábal (2009), adaptados por Hernández y Vieyra (2010).

Otro factor que pudo influir sobre la calidad de las AVU en el contorno central de Morelia, es su importancia como centro administrativo y político del Estado de Michoacán. En esta zona se encuentran algunas de las colonias con menor grado de marginación (Hernández y Vieyra, 2010). Las AVU son sinónimo de estatus en zonas residenciales de cualquier parte del país, influyendo o bien, propiciando su constante mantenimiento y cuidadoso diseño.

El último factor que podía explicar la alta calidad de las AVU en la zona central es la disponibilidad de presupuesto de la UNESCO, utilizado para el mantenimiento de áreas y edificios de importancia cultural e histórica del centro histórico. Éste hecho obliga al Ayuntamiento a realizar un intenso mantenimiento sobre estas zonas, además de representar un área de importancia turística para la ciudad. El conjunto de elementos anteriores determina la alta funcionalidad de las AVU centrales, lo que mejora la calidad de la provisión de servicios ambientales en el centro histórico de la ciudad.

Gráfica 4.4 Calidad de las áreas verdes en los contornos urbanos de Morelia



Fuente: Elaboración propia.

La periferia inmediata, la cual representa el crecimiento más importante de la ciudad hasta los años noventa, concentra el mayor número de AVU (ver gráfica 4.4). El crecimiento de la ciudad durante éste periodo pudo haber reorientado la política de desarrollo de las AVU, colocándolas en un papel residual ante la acelerada expansión urbana. Los factores que impulsaron el desarrollo de la ciudad durante éste periodo fueron el crecimiento económico y el incremento de la tasa de crecimiento poblacional (Hernández y Vieyra, 2010; Vargas, 2008; Ávila, 2007). Esto pudo haber privilegiado la urbanización para usos de suelo de tipo residencial y residencial mixto (Hernández, 2011), lo cual explicaría el elevado número de AVU relacionadas a este tipo de desarrollos.

Por su parte, en los nuevo desarrollos, la densificación de viviendas pudo infravalorar la importancia de las AVU, lo cual se refleja en sus bajos niveles de calidad. A su vez, la falta de lineamientos que reconozcan la importancia de los elementos que conforman las AVU (los cuales mantienen su funcionalidad, superficie y mejorar de su diseño), degradan la calidad de la mayoría de las AVU ubicadas en la periferia inmediata. Además, muchos de los asentamientos que ocuparon los límites de la ciudad lo hicieron sobre suelo sin vocación urbana y con problemas de inundaciones (suelo irregular) (Hernández y Vieyra, 2010). La falta de planeación básica refleja la posible inexistencia de consideraciones para el diseño y manejo de las AVU. De esta forma, aunque la periferia inmediata concentra la mayor cantidad de los espacios de buena calidad, tiene la mayor cantidad de áreas de mala y muy mala calidad (ver gráfica 4.4). Las consecuencias de no instrumentar una política de rescate de las AVU en esta zona de la ciudad, podría disminuir las condiciones de habitabilidad de los habitantes urbanos.

El último contorno de la ciudad es la periferia exterior, el cual representa el crecimiento de fines del siglo anterior y principios del actual. El desarrollo de las

AVU en esta zona urbana refleja la calidad de estos espacios, siguiendo los lineamientos de desarrollo urbano vigentes. Los resultados obtenidos muestran un claro patrón de degradación de las AVU, siendo que esta proporción de la ciudad concentra el mayor número de estos espacios respecto toda la ciudad (ver gráfica 4.4). El crecimiento constante de la ciudad hacia zonas periféricas ha degradado estos espacios y han afectado su funcionalidad (Bai *et al.*, 2005; Conway, 2006; Grimm *et al.*, 2008). Hernández (2011; con antecedentes de Vieyra y Larrazábal, 2009) ha identificado las condiciones de precariedad en las que se encuentran las colonias de la periferia de la ciudad, las cuales tienden a niveles altos. La falta de AVU funcionales en estas zonas no contribuiría a disminuir las condiciones de vulnerabilidad social de la población, ya que las áreas verdes permiten integrar el conjunto de colonias y con el tejido urbano.

La mejora de los elementos que determinan la funcionalidad de las AVU, puede influir disminuyendo los procesos de exclusión y vulnerabilidad social de la población. Los lineamientos actuales requieren una caracterización de las AVU y su contexto social, articulados de modo que puedan mejorar el estado de las áreas y su integración a las colonias de la periferia. Esto incluye acciones que reduzcan el alto riesgo a desastres naturales y accidentes industriales en que se encuentran expuestos la población de la periferia (Ávila, 1998; Vargas, 2008).

El reconocimiento espacial de las AVU y los contornos urbanos reflejan un gradiente de la calidad. El patrón va de una alta calidad de AVU en las áreas centrales de la ciudad, hacia una baja calidad en la periferia exterior. La calidad de las AVU parece tener relación con el crecimiento urbano, la importancia de zonas estratégicas de la ciudad y la disponibilidad de presupuesto. La prestación de servicios ambientales de las AVU es una forma en que se pueden aumentar los ingresos disponibles para las AVU, de modo que mejoren las condiciones de habitabilidad urbana, disminuyendo el impacto ambiental del crecimiento de la ciudad y la situación de vulnerabilidad de la población (Balton, 2009; Jim y Chen, 2003).

4.2.3 Descripción del posible estado de la vegetación de las áreas verdes

El análisis del NDVI para el conjunto de AVU mostró un posible estado negativo de la vegetación. Se encontró que aunque la mayoría de las AVU presentan valores positivos, los valores resultaron ser relativamente bajos, al encontrarse el 71.2% de las áreas por debajo del nivel óptimo. Además, al comparar el NDVI de las áreas más conservadas, se apreció que el valor es bajo en relación con otros estudios. La pérdida de la estructura y densidad de la vegetación puede ser el principal factor que explique los resultados obtenidos, haciendo vulnerable la vegetación ante factores de estrés y siendo completamente dependientes del manejo humano. Otros factores a considerar a este respecto, son las condiciones

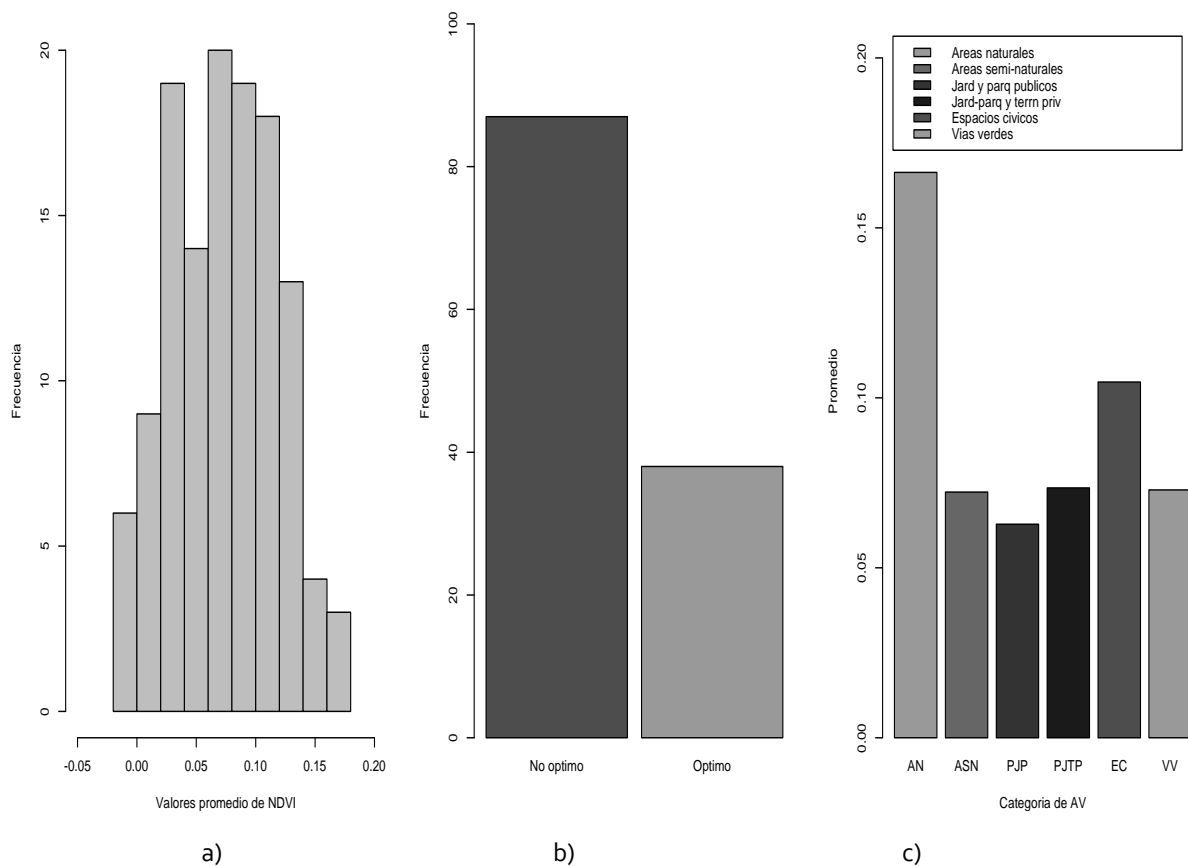
ambientales urbanas, el diseño del área, las especies vegetales presentes, el crecimiento urbano, uso y destrucción por usuarios del área verde y el aislamiento extremo. La vegetación con una estructura poco compleja, es vulnerable ante eventos extremos, perdiendo su capacidad de recuperación ante factores de estrés (Bell *et al.*, 2008).

El uso de químicos y especies exóticas, preferidas por sus cualidades estéticas también ha sido señalado como un factor importante en la reducción de la complejidad de la vegetación. Se ha discutido ampliamente el efecto de especies exóticas sobre las comunidades vegetales, las cuales pueden perturbar seriamente la vegetación nativa, al desplazarla de su ambiente. La pérdida de complejidad de la vegetación se relaciona con la mala calidad y cantidad de servicios ambientales (Grimm *et al.*, 2008; Väre y Rekola, 2007, citado en Niemelä *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2005; Zhou y Wang, 2011). Aunado a estos factores, se encuentra la dinámica urbana, que representa la existencia de contaminantes como ruido, gases, sustancias tóxicas y temperaturas extremas. Finalmente, el uso que dan los usuarios a las AVU también interviene en el daño de las comunidades vegetales, ya que realizan diferentes actividades dentro del área. Aunque los aspectos señalados están contemplados en el Reglamento de AVU del municipio, la situación que guardan estas áreas hace evidente la inoperancia de la norma por parte de las autoridades y la falta de conciencia en la población. Dado lo anterior, es necesario analizar a profundidad los factores que influyen o propician una mayor complejidad en la estructura de la vegetación, mejorando su estado y los procesos que mantienen su estabilidad.

El histograma de frecuencias muestra seis AVU que tuvieron asociados valores negativos de NDVI (ver gráfico 4.5.a). Estas áreas presentan una vegetación enferma y escasa, de acuerdo a la interpretación del índice. El valor promedio y la mediana del NDVI para el conjunto de las AVU, fue de 0.07 con una desviación estándar de 0.04. Aunque las medidas de tendencia central anteriores confirmarían el patrón de dominancia de valores positivos del promedio de NDVI, mismos que indicarían la presencia de vegetación sana o estable, la media se encuentra por debajo del valor óptimo (0.1) y es cercana a cero, lo que determina la dominancia de AVU con una vegetación poco densa y sometida a factores de estrés (ver gráfico 4.5.a).

El gráfico 4.5.b muestra los resultados de la comparación de las AVU con un indicador de NDVI óptimo. La comparación mostró que el 28.8% de las AVU tienen un nivel de NDVI superior al 0.1, mientras que el restante 71.2% presentan un valor de NDVI menor al indicado (ver gráfico 4.5.b). El resultado anterior señalaría al 28.8% de las AVU presentan una vegetación sana y de alta densidad, mientras que el 71.2% presentan una vegetación de baja densidad y no vigorosa.

Gráficas 4.5 a) Histograma de frecuencias del NDVI promedio b) Valores del NDVI óptimo de las áreas verdes c) Promedio del NDVI por categoría de área verde



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los resultados señalaron que el patrón del promedio de NDVI por categoría fue diferencial (ver ejemplos en Anexos, tabla 1.C. Las áreas naturales y espacios cívicos son las categorías de área verde con el valor más alto de NDVI promedio. El valor más bajo se presentó en la categoría de parques y jardines públicos (ver gráfico 4.5.c). La diferencia en el valor es atribuible al régimen de manejo, las condiciones de la ciudad y la prevalencia de equipamiento diferenciado en cada categoría. Sin embargo, existen otras características que pueden influir en el valor del NDVI promedio, como la falta de manejo y de diseño inteligente, así como la destrucción por usuarios (explicada en la evaluación de la calidad de las AVU). En otras zonas es predominante el equipamiento, representando condiciones desfavorables para el desarrollo y mantenimiento de la vegetación.

Por su parte, el alto valor del NDVI de los espacios cívicos puede explicarse por su localización en puntos céntricos de la ciudad donde, como se ha discutido anteriormente, es un punto de importancia económica y política, lo que determina un constante mantenimiento en estas zonas. Para el caso de las áreas naturales, el alto valor obtenido señalaría un buen estado de la vegetación. Sin embargo, al comparar el valor más alto de NDVI (0.169403) con resultados de un estudio de conectividad en bosques urbanos (donde el valor más bajo 0.3), es apreciable una

notable diferencia entre ambos valores (Zhuang, *et al.*, 2011). En otros estudios se ha señalado que para la vegetación densa, generalmente el NDVI presenta valores entre 0.5 y 0.7 (Holben, 1986, citado en Chuvieco, 2002). Estos referentes indicarían un posible estado de estrés de la vegetación en las AVU analizadas, las cuales pueden no encontrarse en su punto óptimo de verdor. Los resultados sugieren la realización de un diagnóstico de la vegetación en estas zonas, ya que el estrés de la vegetación por las condiciones ambientales de la ciudad, podrían estar afectando estas áreas de importancia biológica-ambiental.

El cuidado de la vegetación al interior de las AVU es uno de los elementos más importantes para su mantenimiento. La vegetación determina en buena medida la provisión de servicios ambientales, por lo que su pérdida se expresa en diservicios, afectando la calidad ambiental urbana. La planeación actual de las AVU en algunos países, pretende aumentar la biodiversidad de vida silvestre en las urbes. En este sentido, la buena salud de la vegetación casi independiente del manejo humano, permitiría el logro de estos objetivos. La continuidad de los procesos ecológicos, representaría nuevos nichos ecológicos potenciales para las especies silvestres, ubicados en estas AVU.

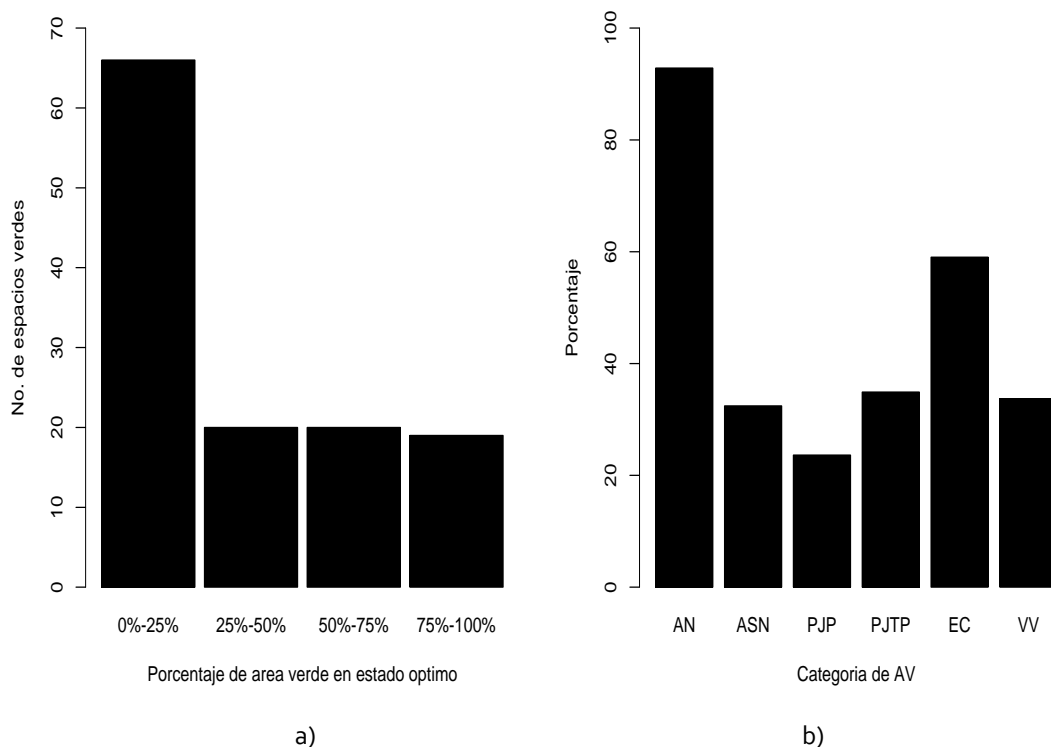
4.2.4 Vegetación en estado óptimo al interior de las áreas verdes

El nivel óptimo del NDVI de las AVU, descrito en la gráfica 4.5.b, se utilizó para conocer la cantidad de vegetación en buen estado al interior de estos espacios (ver gráfica 4.6). El patrón general de distribución de éste indicador mostró que el 53.6% de las AVU mantienen entre 0% y 25% de su cobertura vegetal en buen estado (ver gráfico 4.6.a). El resultado anterior indica que poco más de la mitad de las AVU presentan una proporción mínima de su superficie con vegetación en condiciones óptimas, lo cual puede afectar la estructura de la vegetación, los servicios ambientales y las capacidades de recuperación y adaptación (nivel de resiliencia). Resalta que solo el 31.2% de las AVU tienen más del 50% de su superficie cubierta por vegetación. El resultado anterior podría afectar la integridad de la vegetación, ya que ésta se fragmenta a tales niveles que resultará en un continuo mantenimiento humano si se desea que se conserven. El estado óptimo de estas áreas puede explicarse por el manejo que reciben, como podas, control de plagas y enfermedades, fertilización y riego. Estas técnicas mantienen la salud de la vegetación, de acuerdo a observaciones en campo. La baja representación de AVU con un nivel óptimo de su vegetación puede ser atribuible a su diseño y nulo mantenimiento que presentan, lo cual contribuye al deterioro y pérdida de vegetación.

El bajo porcentaje de la vegetación en estado óptimo al interior de las AVU, representa un indicador negativo para el intercambio de vida silvestre entre la ciudad y sus alrededores. La vegetación en buen estado es indispensable para elevar la diversidad de hábitats potenciales para especies nativas, disminuyendo el

impacto del crecimiento de las ciudades sobre su territorio. La vegetación en estado óptimo también tiene influencia sobre la calidad y cantidad de los servicios ambientales.

Gráfica 4.6 a) Proporción de área verde en estado óptimo al interior de las áreas verdes
b) Proporción de área verde en estado óptimo por categoría



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Resultados de la agrupación por intervalos de densidad que agrupó los valores del NDVI en óptimo y no óptimo de forma general (a). El eje X representa las categorías de la proporción de área verde en estado óptimo al interior de las AVU (b). El eje X muestra las categorías de área verde, donde AN representa las áreas naturales, ASN áreas semi-naturales, PJP parques y jardines públicos, PJTP parques, jardines y terrenos privados, EC espacios cívicos, VV vías verdes.

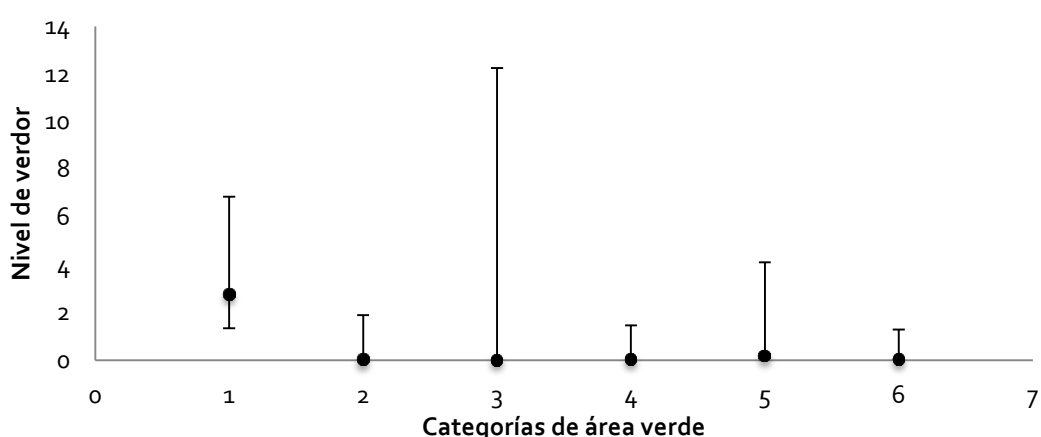
El análisis de la superficie promedio de área verde en estado óptimo por categorías, muestra a las áreas naturales como la categoría con la mayor superficie verde en buen estado (más del 90% de su superficie)(ver gráfico 4.6.b). Por su parte, los parques y jardines públicos, tienen asociado la menor superficie verde en buen estado. El patrón de los resultados coincide con los obtenidos en el NDVI promedio. La superficie de área verde en estado óptimo de estas categorías se encuentra por debajo del 40%, lo cual representa un estructura de la vegetación dependiente del manejo humano, enferma y poco densa. Los resultados sugieren una revisión de la condición de la vegetación en las categorías "áreas semi-naturales", "parques y jardines públicos", "parques y jardines privados" y "vías verdes" de la superficie verde del área y la estructura de la vegetación. Estas características vulneran la integridad y dinámica de las AVU, disminuyendo así la provisión de servicios

ambientales (Naskali *et al.*, 2006, citado en Niemelä *et al.*, 2010). El diseño del área, el mantenimiento de las espacios vegetales y la selección de las mismas está contribuyendo a su degradación. De tal forma, se sugiere apegar el establecimiento de la vegetación de acuerdo a la teoría de sucesión ecológica, además de un manejo estructurado. Los parques y jardines públicos requieren una revisión inmediata de su condición en la vegetación, ya que su funcionalidad puede no ser la esperada y estar sufriendo las presiones ambientales de la ciudad.

4.2.5 Índice integrado de vegetación de las áreas verdes

El siguiente proceso fue el ajuste de los valores obtenidos de NDVI y la superficie verde clasificada con un nivel de verdor óptimo. Los valores ajustados mejoraron la precisión de valores del NDVI promedio y eliminaron el error de la superficie que no es verde al interior de las áreas. Los resultados mostraron que la mediana de la mayoría de los categorías se encuentran cercanos a cero, indicando la nula cantidad de vegetación sana al interior de las AVU (ver gráfico 4.7). El ajuste del valor del NDVI, expresado ahora en el nivel de verdor, refleja claramente la simplificación de la vegetación de casi todas las AVU de estudio. El término de simplificación refiere al reemplazo de la cobertura vegetal original a una con menor densidad y diversidad de especies vegetales nativas. La simplificación se explica por la planeación de la composición de la vegetación, la selección de las especies, el régimen de manejo, las condiciones ambientales de la ciudad y el diseño del área verde. De esta forma, se requiere una planeación de la vegetación, basado en principios ecológicos que mejoren su densidad y estructura.

Gráfica 4.7 Rango y mediana del nivel de verdor de las categorías de área verde



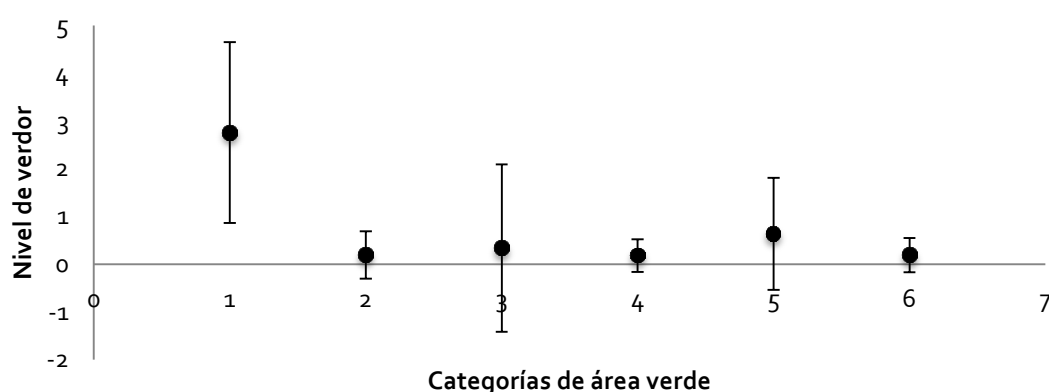
Fuente: Elaboración propia.

Nota: Las categorías están representadas en el siguiente orden: 1 Áreas naturales, 2 Áreas seminaturales, 3 Parques y jardines públicos, 4 Parques, jardines o terrenos privados, 5 Espacios cívicos y 6 Vías verdes.

La falta de vegetación verde en estado óptimo dificulta la permanencia de procesos ecológicos para la conservación de la biodiversidad. La única categoría con niveles de verdor alejados de cero fue “áreas naturales”, lo cual indica lo alejadas que se encuentran las demás categorías de poseer una estructura vegetal adecuada. Sobresalen los rangos de las categorías “parques y jardines públicos” y “espacios cívicos”, lo cual indicaría niveles de verdor atípicos y mayor variabilidad de superficies con valores de verdor óptimo (ver gráfica 4.7).

El patrón del máximo, mínimo y la mediana del nivel de verdor es similar al representar el promedio y la desviación estándar para el conjunto de datos de cada categoría del nivel de verdor. Resaltan por el nivel de verdor las categorías “áreas naturales” y “espacios cívicos” (ver gráfico 4.8).

Gráfica 4.8 Nivel de verdor promedio por categoría de área verde



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Las categorías están representadas en el siguiente orden: 1 Áreas naturales, 2 Áreas semi-naturales, 3 Parques y jardines públicos, 4 Parques, jardines o terrenos privados, 5 Espacios cívicos y 6 Vías verdes. No se colocan unidades porque representa un índice.

La diversidad de AVU dentro de cada categoría queda expresada en la gráfica de la media y la desviación del nivel de verdor, ya que aumenta este indicador en la categoría “parques y jardines públicos”, desplazando a las “áreas semi-naturales” y “vías verdes”. Las categorías con una desviación estándar mayor se vieron incrementados en su nivel de verdor promedio. Esto podría disminuir la representatividad de la media.

Un factor que podría alterar la lectura del promedio del nivel de verdor, es el tamaño de las copas de los árboles, ya que la antigüedad de los espacios en donde se encuentran (como los espacios cívicos), ha permitido que los árboles desarrollen doseles densos que cubren toda el área verde. Las copas podrían cubrir las superficies impermeables, afectando la reflectancia y lectura del índice.

El bajo nivel de verdor para todas las categorías (incluyendo los espacios cívicos y áreas naturales), confirma lo encontrado con la lectura del NDVI. Es recomendable dar seguimiento a los cambios futuros de la vegetación a través del

índice. Se requieren estudios de vegetación en las AVU que modelen la sobrevivencia de la vegetación, y determinen con mayor precisión su estructura, con monitoreos constantes a corto y mediano plazo para saber su estado y acciones para mejorarla.

Los resultados del conjunto de análisis y modelaciones reconocen el nivel de degradación de la vegetación, basado en la simplificación y presión del ambiente urbano. El destino de grandes superficies de área verde es uno de los principales principios de diseño que garantiza la integridad de la vegetación (William *et al.*, 2012; Correa, 2012). Así mismo, la necesidad de incorporar vegetación nativa, basado en principios ecológicos para el éxito de su establecimiento, es necesario dentro del diseño de las AVU. Estas acciones impactarían positivamente la dotación de los servicios ambientales.

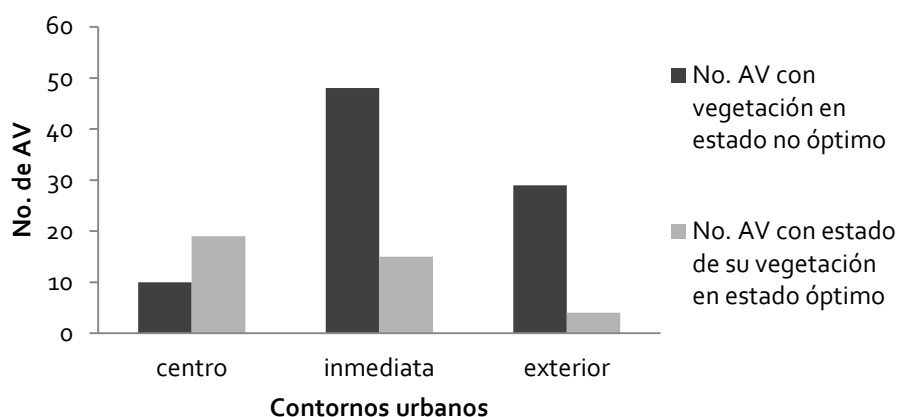
Las repercusiones de continuar sin una revisión del diseño y mantenimiento de las AVU, vulnera el estado de las AVU. La pérdida de estructura y complejidad de la vegetación es sinónimo de vulnerabilidad ante los cambios ambientales urbanos (como el efecto de isla de calor, y lluvia ácida). El modelo actual de diseño de AVU podría representar un alto costo para la sociedad, quienes pagan por un mantenimiento continuo, compra de fertilizantes, herbicidas, sistemas de riego y sustitución continua de las especies vegetales. Además tales acciones no se ven reflejadas en una buena calidad de la vegetación en las AVU.

4.2.6 Relación del estado socio-económico de las áreas verdes y el estado de la vegetación

El estado de la vegetación podría estar relacionado con la zona y la condición social en donde se encuentran, como se apreció en la evaluación de la calidad de las AVU. Al comprobar la distribución de las AVU con una vegetación en estado óptimo respecto los contornos urbanos, se apreció un número mayor estas en áreas centrales, y disminuyen conforme avanzamos hacia la periferia exterior de la ciudad (ver gráfica 4.9). Los resultados señalan que las áreas con mejor calidad de su vegetación se encuentran en las zonas con mayor poder adquisitivo de la ciudad y el adecuado manejo que la zona central da a la vegetación de sus AVU.

La periferia inmediata y exterior se encuentran dominadas por AVU con una vegetación escasa y sometida a severas condiciones de estrés, las cuales representan el 61.6% de las áreas de estudio (ver gráfica 4.9). De esta forma, la falta de mantenimiento de la vegetación en la periferia de la ciudad, refleja el abandono de las AVU de estas zonas en desventaja económica. Los resultados sugieren que el mantenimiento del área verde depende en gran medida de la condición económica en donde se encuentran. Es posible que las zonas con mejor condición económica estén pagando por mejorar las condiciones de la vegetación de sus AVU.

Gráfica 4.9 Estado de la vegetación respecto los contornos urbanos



Fuente: Elaboración propia.

El tema de la vegetación dentro de la política municipal deberá velar por la integridad de la vegetación, a través de programas de participación con la comunidad y la cuidadosa planeación del establecimiento de las especies vegetales. El mejoramiento de la vegetación influye sobre una mejor funcionalidad de las AVU, impactando las zonas con mayor nivel de vulnerabilidad social.

4.3 Integridad funcional de las áreas verdes

4.3.1 Forma de las áreas verdes

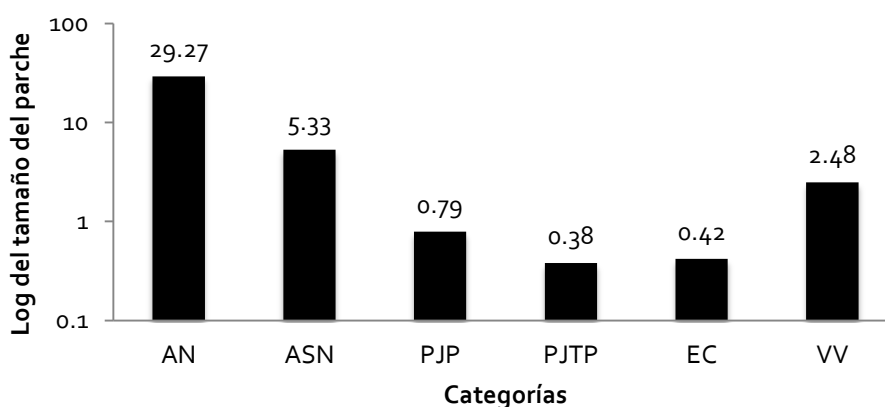
Los resultados obtenidos de las métricas de paisaje para describir la forma de las categorías de AVU, mostraron resultados positivos. El tamaño y el área de las categorías fueron mayores en las más conservadas, junto con las vías verdes. Este indicador señala que es posible la conservación de vida silvestre urbana, manteniendo procesos ecológicos y la conectividad entre las AVU. La mayoría de las categorías tuvieron formas asociadas a un cuadrado o círculo (media del Índice de Forma 1.78), disminuyendo el efecto de borde y conservando el área núcleo que resguarda la integridad de elementos y procesos ecológicos.

Los resultados del conjunto de métricas que se describen a continuación, deberán compararse con estudios futuros para apreciar el cambio en patrones ecológicos que culminen en escenarios con las tendencias observadas. En algunas métricas fue posible describir un referente de comparación.

Las categorías con el mayor tamaño de parche fueron las áreas naturales y áreas semi-naturales. Estas categorías están relacionadas con un menor nivel de disturbio, y mejora de la conectividad entre las AVU. Las categorías de menor tamaño fueron los parques y jardines públicos, parques y jardines privados y espacios cívicos (ver gráfica 4.10). Estas categorías están relacionadas con un mayor nivel de disturbio y de uso por la población urbana. Los resultados fueron

comparados con Normas para la clasificación de AVU (Ballester-Olmos y Morata, 2001).

Gráfica 4.10 Media de tamaño del parche de las categorías de área verde



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los resultados se presentan con logaritmo base 10 para ajustar la escala de valores extremos, y en cada barra se muestra el valor no estandarizado en hectáreas. El eje X muestra las categorías de área verde, donde AN representa las áreas naturales, ASN áreas semi-naturales, PJP parques y jardines públicos, PJTP parques, jardines y terrenos privados, EC espacios cívicos, VV vías verdes.

Al respecto, la comparación mostró que las características de las AVU de menor tamaño están ligadas a servicios ambientales de impacto local. Por su parte, las categorías más grandes están relacionadas con un mayor número de funciones ecológicas y menor nivel de disturbio, lo cual representa una mayor cantidad y calidad de servicios ambientales. La superficie y el menor grado de disturbio de las AVU pueden ejercer un impacto determinante sobre la dinámica ambiental urbana (ver tabla 4.2).

El promedio general para las AVU urbanas del tamaño del parche fue de 1.99 Ha, y el valor máximo y mínimo de la superficie de las AVU de estudio fueron 0.15 Ha y 89.14 Ha respectivamente. Los resultados señalan la dominancia de AVU de menor tamaño, visto en la tendencia de la media hacia valores de área más bajos. La falta de AVU de gran tamaño puede estar relacionadas con una menor complejidad de los elementos que las integran (equipamiento y la vegetación). Las implicaciones influyen en la diversidad de vida silvestre, así como la cantidad y calidad de servicios ambientales. Las AVU con una superficie mayor pueden permitir una mayor diversidad y complejidad de funciones ecológicas, así como una mejor oferta del número de actividades que se pueden realizar a través de equipamiento (Jim y Chen, 2003; Pasaogullari y Doratli, 2004; Gorffenaf, 2002). El efecto positivo se expresa en la percepción de accesibilidad de las personas y de la fauna silvestre urbana. Además, trabajos que apoyan la teoría de parches señalan que es recomendable en situaciones de fragmentación extrema, conservar pocos espacios con grandes

superficies, en lugar de conservar numerosos parches de menor tamaño (William *et al.*, 2012; Correa, 2012). La fragmentación a parches pequeños es resultado del proceso de urbanización de la ciudad, así como de la falta de reconocimiento de la importancia de las AVU por parte de la ciudadanía y de sus gobernantes.

Tabla 4.2 Comparación del tamaño de los AVU con estándares internacionales.

Categorías	Tamaño promedio del parche (Ha)	Estándar internacional 1* (Ha)	Categoría de área verde*
Áreas naturales	29.27	>20	Áreas naturales
Áreas semi-naturales	5.33	5 - 10	Parques de barrio
Parques y jardines públicos	0.79	0.5 - 1	Parques vecinales
Parques, jardines y terrenos privados	0.38	< 0.5	Espacios ajardinados
Espacios cívicos	0.42	0.5	Plazas ajardinadas
Vías verdes	2.48	*	Bulevares

Fuente: Elaboración propia.

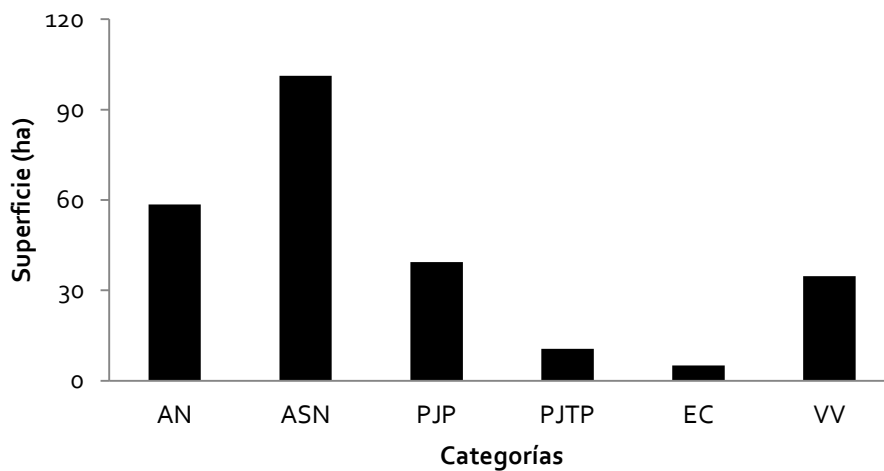
Nota: *Basado en Ballester-Olmos y Morata, 2001.

* La información no especifica área, únicamente el ancho mínimo que va de 20 a 50 metros.

A continuación se presentan los resultados de la métrica “promedio de la superficie” de las categorías de AVU (ver gráfica 4.11). Al respecto, las categorías con menor régimen de disturbio se relacionan con los valores más altos de superficie, mientras que las categorías con mayor régimen de disturbio se asocian con un promedio de superficie más pequeño. Los datos obtenidos sugieren una relación entre el tamaño de parche y la superficie total de la categoría a la que pertenecen.

Las áreas semi-naturales tienen asociada la mayor superficie, incluso mayor a la categoría “áreas naturales”, pero es importante considerar la existencia de un dato extremo (89.14 Ha), lo que podría elevar la superficie de esta categoría (ver gráfica 4.11). Las categorías de menor superficie corresponden a “espacios cívicos” y “parques-jardines o terrenos privados”. Por tratarse de áreas relacionadas a un nivel de disturbio medio y alto, representaría un indicador positivo su baja dominancia de superficie. También señalaría que las AVU de estas categorías son pequeñas y numerosas. Las vías verdes, así como parques y jardines públicos, mantienen un rango similar de área total. En el caso de las “vías verdes”, el tamaño está asociado con las longitudes de largos tramos carreteros. Para el caso de los parques y jardines públicos, su superficie sobresale al ser las categorías con el mayor número de parches.

Gráfica 4.11 Área total de las categorías de área verde



Fuente: Elaboración propia.

Nota: El eje X muestra las categorías de área verde, donde AN representa las áreas naturales, ASN áreas semi-naturales, PJP parques y jardines públicos, PJTP parques, jardines y terrenos privados, EC espacios cívicos y VV vías verdes.

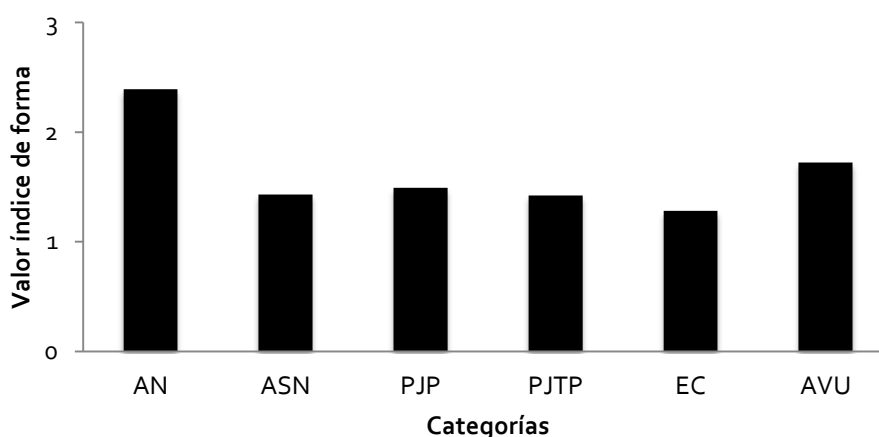
La superficie total que se obtuvo de la suma de todas las AVU fue de 249.56 Ha. Si considerásemos que el conjunto de áreas se encuentra representado por vegetación, sin ningún tipo de fragmentación al interior de estos espacios, obtendríamos que la superficie total del AVU respecto la mancha urbana es del 2.4%. Éste porcentaje señala la falta de dotación de AVU de grandes dimensiones dentro de la mancha urbana de Morelia.

El último atributo para describir la forma de los parches se obtuvo de la métrica “media del índice de forma”. Los resultados obtenidos mostraron formas similares en la mayoría de las categorías, excepto en las “áreas naturales” y “vías verdes” (ver gráfica 4.12). Los resultados sugerirían que la forma de la mayoría de las AVU reduce el efecto de borde, permitiendo al área núcleo sostener funciones ecológicas.

El atributo de forma en la mayoría de las categorías presentó valores superiores a uno (ver gráfica 4.12), lo que indica formas parecidas a un cuadrado perfecto (valores cercanos a 1). El resultado coincide con las observaciones en campo, donde la mayoría de las AVU presentaron formas rectangulares o cuadrados. Lo anterior se relaciona con el diseño típico histórico que ha imperado. Las implicaciones de la forma de las AVU pueden determinar una mejor accesibilidad para la población, el resguardo de las características individuales de los sitios y la armonización de las AVU con la densidad urbana. Los trabajos que apoyan la teoría de parches señalan que el diseño más adecuado en la conservación de especies en parches aislados, es la preservación de formas cuadradas o circulares, disminuyendo el efecto de borde (William *et al.*, 2012; Correa, 2012). Las categorías de menor tamaño siguen este patrón y representan a su vez las áreas con mayor

nivel de disturbio y uso por la población. Las áreas naturales no cumplen con el patrón teórico óptimo y el valor es totalmente contrastante con las demás categorías. El elevado valor del índice de esta categoría señalaría un alto efecto de borde. Sin embargo, los polígonos de las áreas naturales están definidos de acuerdo a los límites de estudio que se utilizaron para trazar la mancha urbana, modificando su forma original. Lo anterior explicaría el valor alto de índice.

Gráfica 4.12 Media del índice de forma de las categorías de área verde



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se incluye el valor de la media del índice de forma para todas las categorías de área verde, representadas por AVU. El eje X muestra las categorías de área verde, donde AN representa las áreas naturales, ASN áreas semi-naturales, PJP parques y jardines públicos, PJTP parques, jardines y terrenos privados, EC espacios cívicos, VV vías verdes y AVU áreas verdes urbanas.

Los límites de las áreas naturales dentro de la densidad urbana deberán de favorecer formas que disminuyan el efecto de borde y aumenten el intercambio de especies con otras AVU. Las áreas naturales representan la categoría con la mayor diversidad de especies, y por lo tanto un mayor dinamismo en el intercambio de materia y energía con las demás categorías.

Las vías verdes representan corredores lineares para la movilidad de los organismos, y su forma queda sujeta a la dirección de las vialidades que las conforman. Cabe mencionar que esta última clase no se incluyó en el análisis, ya que todos los casos presentan formas diferentes a un círculo o cuadrado.

El promedio del índice de forma para el paisaje urbano es de 1.74, indicando la diversidad de formas de AVU. Este indicador, al igual que las demás métricas de paisaje, deberá de monitorearse para apreciar el patrón de cambio.

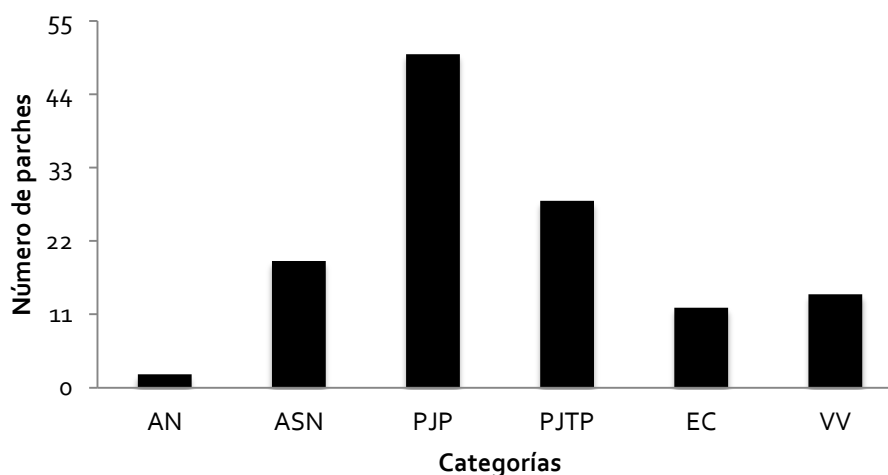
4.3.2 Densidad de áreas verdes

La densidad de parches fue caracterizada a partir de dos métricas de paisaje, "número de parches" y "densidad de parches" cada 100 ha. Los resultados

mostraron que existe una relación directa entre el número y la densidad de parches (ver gráfica 4.13 y 4.14). Las categorías de AVU con mayor nivel de disturbio tuvieron la mayor densidad y número de parches. La baja proporción de la categoría "áreas naturales" representa un indicador negativo para el sostenimiento de funciones ecológicas complejas, así como pocos hábitats disponibles para albergar vida silvestre. La dominancia de AVU con un mayor nivel de disturbio, indicaría una dominancia de áreas con baja complejidad en su vegetación. El conjunto de información sobre forma, baja superficie y de tamaño de las categorías con mayor nivel de disturbio, señala un primer indicador de la fragmentación de estas, expresado en el elevado número de AVU pequeños.

El total de AVU es de 125, donde las categorías con el mayor número de parches son "parques y jardines públicos", representando el 40% de las AVU y "parques-jardines o terrenos privados" con un 22.4%. Las categorías con menor representación fueron "áreas semi-naturales" (15.2%), "vías verdes" (11.2%), "espacios cívicos" (9.6%) y "áreas naturales" (1.6%)(ver grafica 4.13). La baja representación de AVU relacionadas a categorías con un menor nivel de disturbio, repercute negativamente patrones ecológicos.

Gráfica 4.13 Número de parches por categorías de área verde



Fuente: Elaboración propia.

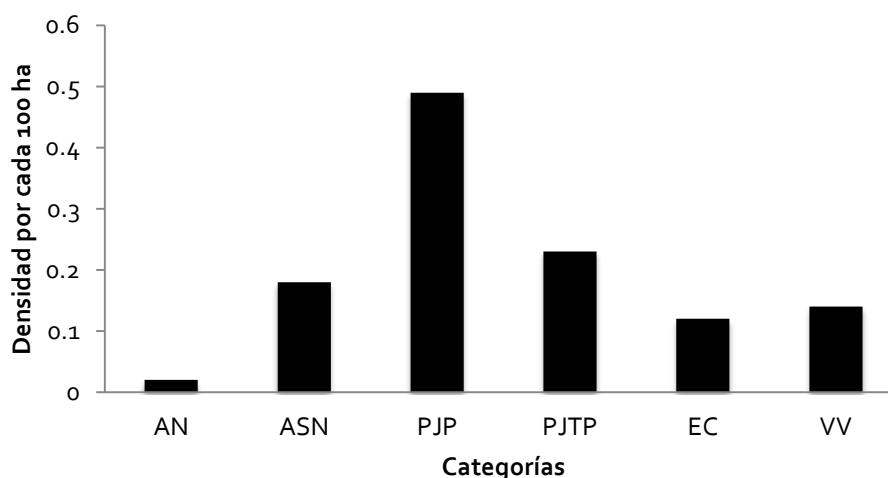
Nota: El eje X muestra las categorías de área verde, donde AN representa las áreas naturales, ASN áreas semi-naturales, PJP parques y jardines públicos, PJTP parques, jardines y terrenos privados, EC espacios cívicos, VV vías verdes.

La baja representación de las vías verdes afecta la conectividad de las AVU, ya que éstas representan corredores lineales que permiten integrar la red verde dentro de la ciudad. Los resultados indican que se requiere estimular más corredores de grandes dimensiones (superiores a los 5 metros), los cuales mejoren el desplazamiento de los organismos, y con ello la biodiversidad urbana.

Las categorías relacionadas con un nivel de disturbio medio-alto, como “parques-jardines públicos” y “privados”, parecen estar altamente fragmentados. Los resultados señalarían que la provisión de los servicios ambientales podría ser baja y de mala calidad.

El dominio de ciertas categorías, basado en el número de parches, se relaciona de forma directa con la densidad de AVU. El número de parches señala que la mayor densidad de AVU pertenece a un mayor nivel de disturbio, y la menor densidad de las áreas se relacionó a áreas con menor nivel de disturbio (ver gráfica 4.14).

Gráfica 4.14 Densidad de parches de las categorías de área verde



Fuente: Elaboración propia.

Nota: El valor está calculado respecto al área total de estudio, comparándolo con un área de 100 ha.

El eje X muestra las categorías de área verde, donde AN representa las áreas naturales, ASN áreas semi-naturales, PJP parques y jardines públicos, PJTP parques, jardines y terrenos privados, EC espacios cívicos, VV vías verdes.

Se han encontrado preocupantes los resultados en la densidad de las vías verdes y áreas naturales, que de continuar con la tendencia de últimos 40 años, el crecimiento urbano seguirá absorbiendo la mayor parte de estas áreas, siendo importantes para la constitución de las redes verdes al interior de la ciudad.

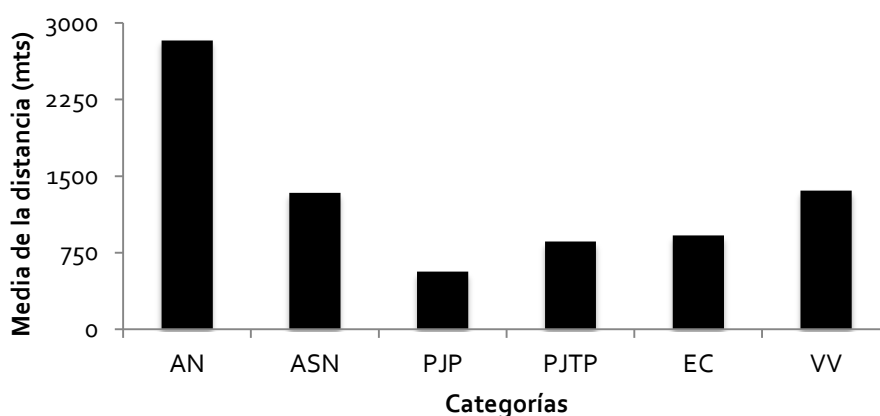
El patrón de densidad resalta la dominancia de AVU de menor tamaño, representando el nivel de fragmentación de las AVU. La planeación de la ciudad deberá de considerar estándares internacionales sobre la densidad de AVU (ver capítulo II, sobre estándares de accesibilidad a AVU, apartado 1.6.2.1), mejorando la representación de algunas categorías dentro de la mancha urbana.

La densidad general para la infraestructura verde respecto los límites de estudio fue de 1.22 AVU por cada 100 hectáreas. Esta cantidad puede ser analizada posteriormente con el fin de apreciar el cambio en la planeación urbana, así como incorporar el tamaño como un criterio importante para las AVU.

4.3.3 Conectividad de las áreas verdes

La conectividad del paisaje fue descrita con el atributo de distancia, mediante la métrica “media Euclidiana de la distancia al vecino más cercano”. Los resultados mostraron que las áreas naturales presentan la menor conectividad, expresado en la distancia entre AVU. La clase con mayor conectividad fue la categoría “parques y jardines públicos”, a la cual también se le relaciona el comportamiento de éste resultado con el número de AVU que pertenecen a esta categoría (ver gráfico 4.15). De tal forma, el número de parches podría estar determinando la medida de conectividad de las AVU, por lo que un mayor número y cercanía entre áreas influencia una mayor conectividad.

Gráfica 4.15 Media Euclideana de la distancia al vecino mas cercano para las categorías de área verde



Fuente: Elaboración propia.

Nota: El eje X muestra las categorías de área verde, donde AN representa las áreas naturales, ASN áreas semi-naturales, PJP parques y jardines públicos, PJTP parques, jardines y terrenos privados, EC espacios cívicos y VV vías verdes.

La conectividad puede explicarse por la localización y número de AVU en el área urbana. Ambos influyen sobre la distancia promedio y por tanto en su conectividad. Al respecto, la categoría “áreas naturales” presenta la mayor distancia entre AVU, denotando su baja conectividad y una posible afectación a la dinámica de los ecosistemas. De esta forma, la distancia entre AVU no propiciaría un aumento de su conectividad, afectando procesos ecológicos y el mantenimiento de la biodiversidad (Jim y Chen, 2003).

Las categorías con la menor distancia media entre AVU fueron aquellas con mayor nivel de disturbio: “parques y jardines públicos”, “parques-jardines y terrenos privados” así como “espacios cívicos”. Nuevamente, los factores influyen sobre este comportamiento son la localización espacial de las áreas y el número de parches de cada categoría, denotando que las medidas de distancia reconocen el nivel de

conectividad a través del número de AVU y su distribución de densidad en el espacio.

La media euclidiana para el conjunto de las AVU fue de 413.17 metros. Para el año 2008, tomando todos los baldíos como áreas verdes, la distancia fue de 149.48 metros, resultado que es cuatro veces menor al valor actual indicando una reducción de la conectividad conforme la ciudad ha crecido hacia la periferia. Los efectos se expresan en el aislamiento de las AVU, reflejando de forma indirecta la falta de planeación para implementar el modelo de red verde, sí tomásemos todos los baldíos no urbanizados.

4.3.4 Fragmentación de las áreas verdes

El cálculo del índice de fragmentación, a través de la comparación con un estándar, señala que éste proceso está ocurriendo en las AVU. Este índice se calculó para cada categoría (ver tabla 4.3) y el valor obtenido para el conjunto fue de 0.59 (ver tabla 4.3). Al contrastar el valor actual (0.59) con el estándar de referencia (0.26), podemos apreciar que ha aumentado el grado de fragmentación de las AVU (ver tabla 4.3). Lo anterior se traduce en un decremento de la superficie verde, una mayor fragmentación de estos espacios y una dispersión mayor. El efecto de la fragmentación sobre la funcionalidad de las AVU se expresa en la pérdida de superficie que puede proveer servicios ambientales (Zhou y Wang, 2011).

El patrón de fragmentación se explica el avance de la urbanización, proceso contrario al modelo funcional de red verde, indicando un posible patrón disfuncional de las AVU de Morelia.

La evaluación del índice de fragmentación sintetiza la información de las métricas de paisaje, describiendo el patrón espacial ecológica de las AVU en el paisaje urbano. Se recomienda su monitoreo para seguir de cerca la conectividad y dinámica de estos espacios, reconociendo patrones que mejoren su condición y funcionalidad de las AVU.

Tabla 4.3 Valores de las variables que componen la ecuación del índice de fragmentación.

Escala	Superficie total del hábitat (Ha)	No. de manchas	Media a la mancha más cercana (hm)	Densidad media de las manchas por cada 100 Ha	Dispersión	Índice de fragmentación
Paisaje	10215.28	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Estándar	2400.17	1000	1.49	9.79	9.3	0.26
Áreas verdes	249.56	125	4.36	1.22	3.4	0.59
Áreas naturales	58.54	2	28.28	0.02	0.56	43.69
Áreas semi-naturales	101.22	19	13.36	0.18	1.6	3.6

Parques y jardines públicos	39.42	50	5.65	0.49	1.81	0.44
Parques, Jardines y terrenos privados	10.62	28	8.59	0.23	1.2	0.28
Espacios cívicos	5.06	12	9.19	0.12	0.73	0.58

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se incluyen los valores del índice para el conjunto de las AVU, dividido en las categorías que lo componen y el ideal de áreas verdes.

4.3.5 Aplicación del modelo de conectividad para identificar áreas con prioridad de conservación como áreas verdes

La modelación de la conectividad de las AVU basó su análisis en la identificación de terrenos no urbanizados con el potencial de ser convertidos en áreas verdes, siendo críticos para disminuir el aislamiento entre áreas. El análisis mostró un gradiente de conectividad: la zona centro presenta la mayor impedancia o grado de dificultad de moverse entre AVU; mientras que al avanzar hacia la periferia exterior, el nivel de impedancia disminuye, siendo más fácil el desplazamiento entre áreas. El cálculo también mostró las zonas que se encuentran desprovistas de AVU, señalando los espacios urbanos que dificultan el movimiento de vida silvestre y la importancia de conservar áreas no urbanizadas para mejorar la integración de las AVU.

La figura 4.2 muestra en colores verdes los valores que representan el conjunto de AVU o áreas fuente. Los valores más altos (señalados en color rojo) representan las zonas con el mayor nivel de impedancia asociado, lo que representa mayor dificultad para el desplazamiento de la vida silvestre entre AVU.

Las zonas con mayor nivel de impedancia se localizan en el centro de la ciudad, el promedio de impedancia fue de 119,81.6 (valores de costo sin unidades) (ver gráfica 4.16 y figura 4.2, ver mapa en Anexos, mapa 2). Sin embargo, el centro histórico concentra un importante número de AVU, lo cual mejora la conectividad de esta zona (ver figura 4.2). De tal forma, la parte que rodea al centro histórico de la ciudad son lugares desprovistos de AVU, principalmente aquellas que se encuentran en la parte oeste de la ciudad.

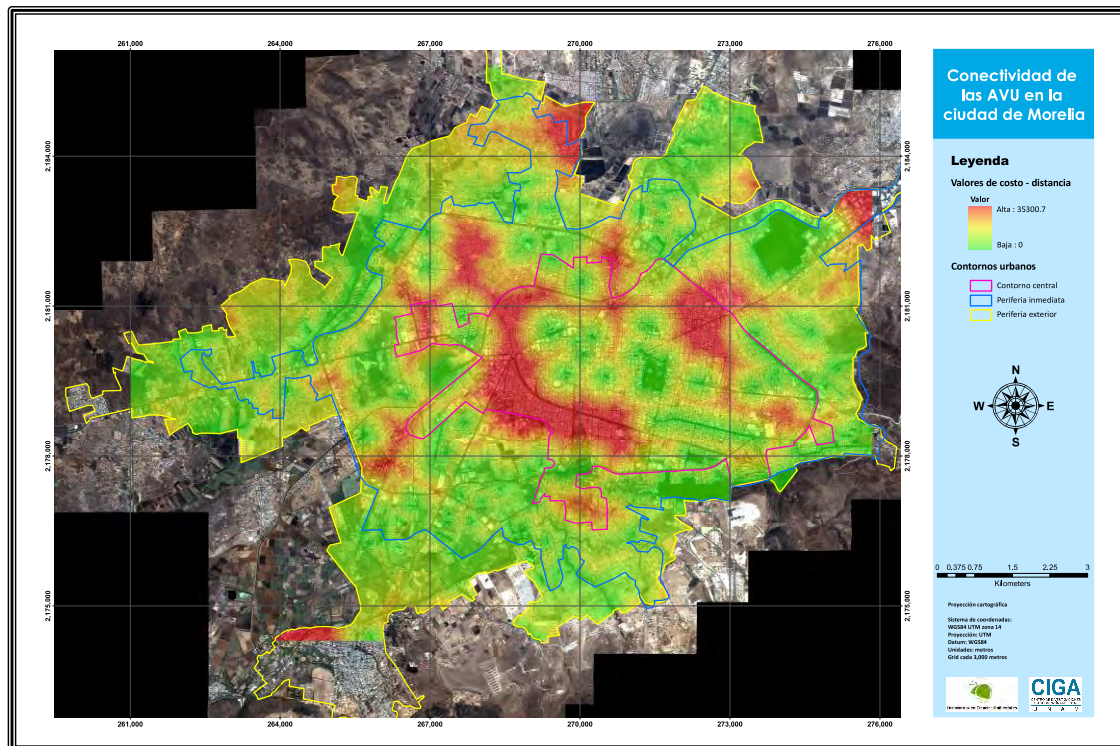


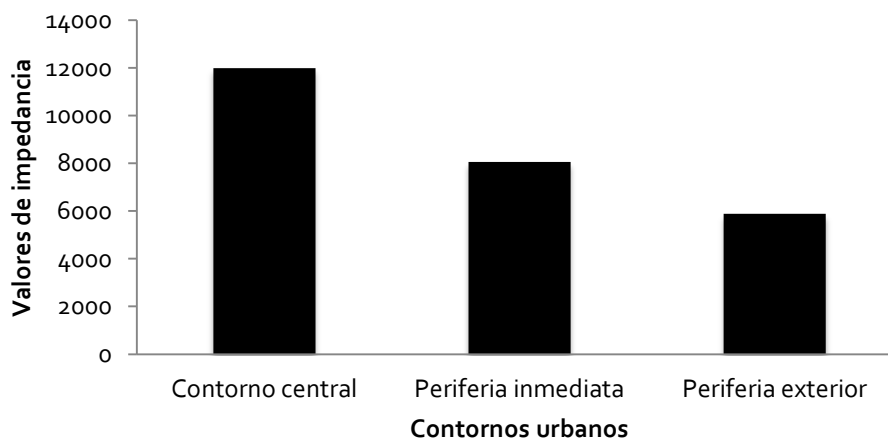
Figura 4.2 Conectividad de las AVU de la ciudad de Morelia

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los valores de impedancia o resistencia indican la dificultad de los organismos de moverse entre AVU. Los valores máximos representan los niveles con mayor esfuerzo o costo para moverse.

Los niveles de impedancia también son evidentes en la periferia inmediata, principalmente en la parte norte de la ciudad. El valor de impedancia promedio fue de 8,060.18, menor al del contorno central (ver gráfica 4.16). La disminución del valor promedio de impedancia se relaciona con la presencia de numerosas AVU en esta parte de la ciudad, además de la influencia de los baldíos periféricos.

Gráfica 4.16 Promedio de los valores de impedancia en los contornos urbanos

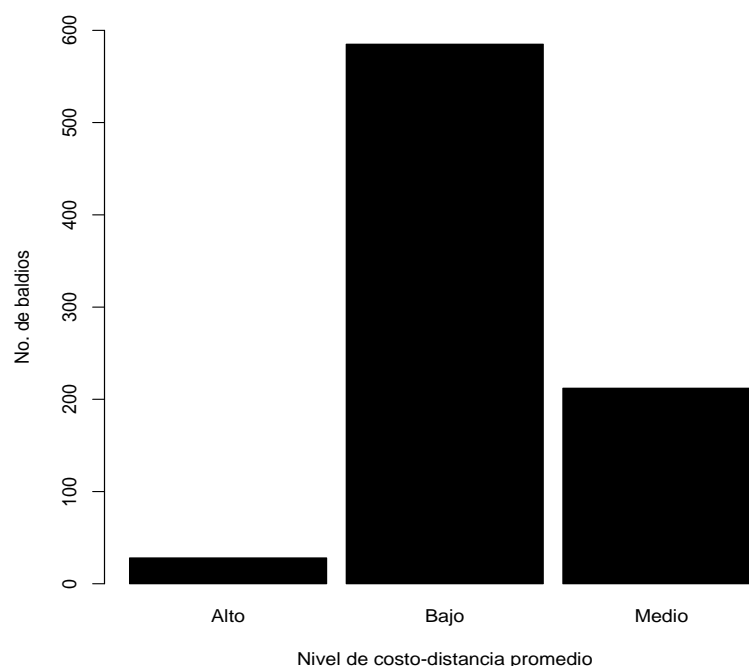


Fuente: Elaboración propia.

La periferia exterior registró los niveles más bajos de impedancia, explicado por la dominancia de baldíos, promedio de impedancia en esta zona fue de 5,878.97 (ver gráfica 4.16). De esta forma, podemos encontrar un gradiente de impedancia, lo cual refleja la conectividad de los contornos urbanos, siendo más severo en áreas centrales de la ciudad y este disminuye conforme nos acercamos a áreas periféricas. Éste patrón solo es aplicable sí se protegen los baldíos para ser convertidos a AVU.

El producto anterior también permitió identificar espacialmente los baldíos con altos niveles de impedancia, que de ser transformados a AVU, disminuirían el grado de impedancia (ver gráfica 4.17).

Gráfica 4.17 Valores promedio de costo-distancia para el conjunto de baldíos



Fuente: Elaboración propia.

Nota: El conjunto de valores fue dividido en tres categorías, asignando niveles de esfuerzo de movilidad o costo-distancia.

La gráfica anterior muestra los valores promedio de costo-distancia de los baldíos de la ciudad, los cuales presentan niveles bajos, favoreciendo el movimiento de la fauna silvestre. Los baldíos con valores de costo-distancia altos, representan los áreas con mayor costo de movilidad entre AVU (ver gráfica 4.17). Las acciones para mejorar la conectividad podrían concentrarse sobre aquellas zonas críticas que puedan disminuir el nivel de costo-distancia. Las zonas críticas señalarían a aquellos baldíos con alto nivel de costo-distancia, ya que su conversión a AVU podría disminuir la impedancia promedio de la ciudad. A continuación se presentan espacialmente los baldíos por niveles de costo distancia (ver figura 4.3)(ver mapa en Anexos, Mapa 3).

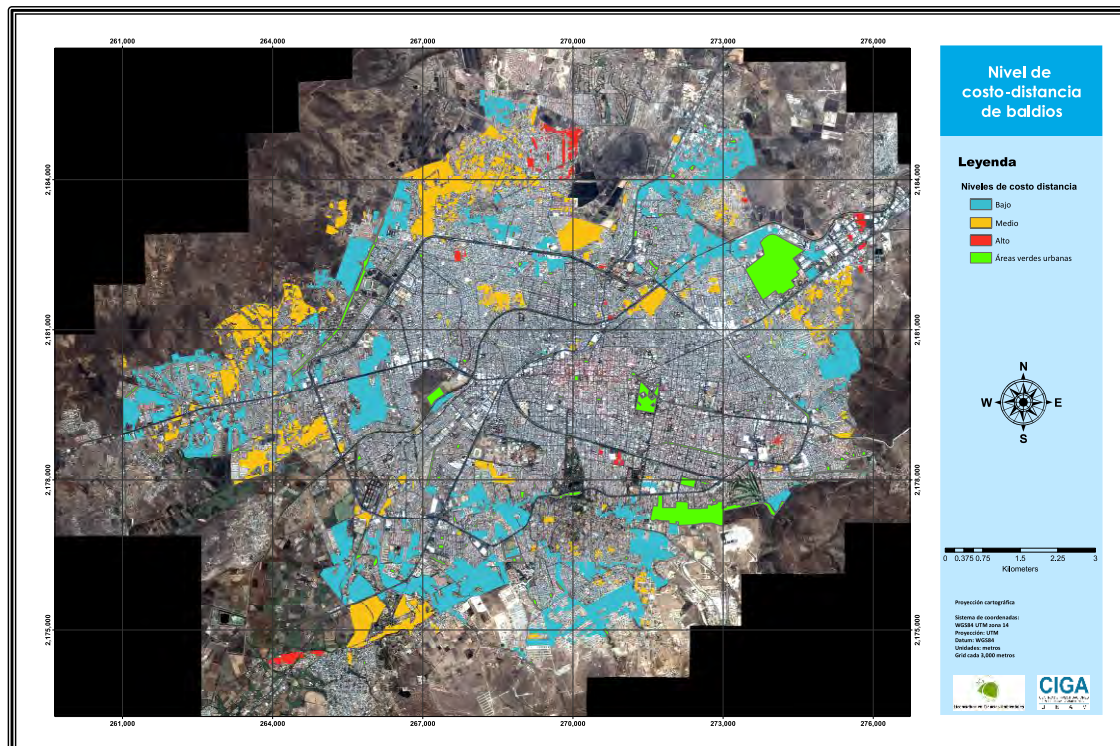


Figura 4.3 Baldíos clasificados por nivel de costo-distancia.

Fuente: Elaboración propia.

La mejora de la caracterización de la conectividad por análisis costo-distancia de terrenos baldíos, deberá de actualizar la información de las coberturas. Esta información permitiría incorporar áreas de cultivo y áreas naturales que rodean a la mancha urbana, e influyen notablemente en la entrada y salida de la vida silvestre a la mancha urbana. La caracterización anterior permitirá asignar valores de impedancia que mejoren la precisión del cálculo de la conectividad. Además deberán de actualizarse los terrenos que aún preservan su estado de baldíos, con el fin de obtener una mejor visualización de los baldíos actuales con prioridad de ser convertidos a AVU.

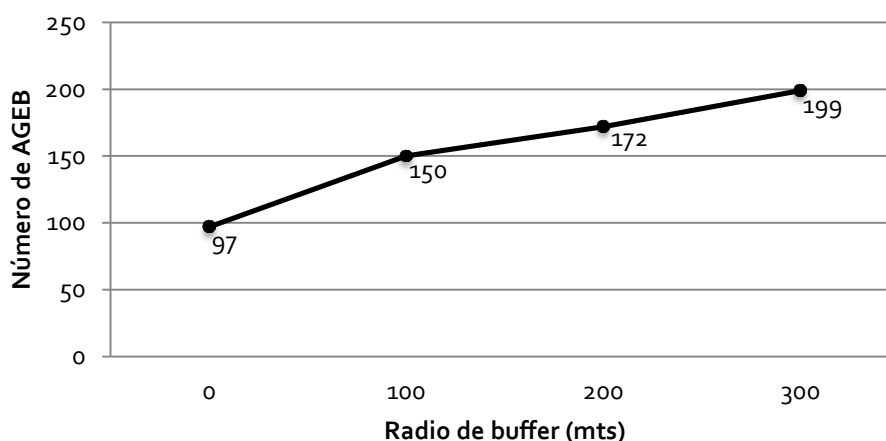
4.4 Accesibilidad de las áreas verdes

4.4.1 Accesibilidad potencial a las áreas verdes

El cálculo de la población con acceso a las AVU de estudio, utilizó las unidades de información AGEB's y manzanas urbanas de Morelia. Este análisis tuvo un mayor nivel de precisión para el cálculo de la población utilizando las manzanas. La población influenciada por las AVU a través de las AGEB's, fue de 78.5%, mientras que la población influenciada a través de las manzanas fue de 40.3%. La población representa la modelación realizada con el *buffer* de 300 metros, distancia máxima que las personas están dispuestas a caminar para llegar al AVU desde sus hogares.

Las AGEB's que cuentan con AVU dentro de sus polígonos representa el 32.3% del total que componen la zona de estudio. Al modelar los *buffers* de accesibilidad, el número de AGEB's y de la población considerada aumenta. En el caso del *buffer* de 100 metros, el total de AGEB's influenciadas aumenta al 50%, para el caso del *buffer* de 200 metros es del 57.3% y para el *buffer* de 300 metros es del 66.3% (ver gráfica 4.18).

Gráfica 4.18 AGEB influenciadas por los buffers de accesibilidad de las áreas verdes

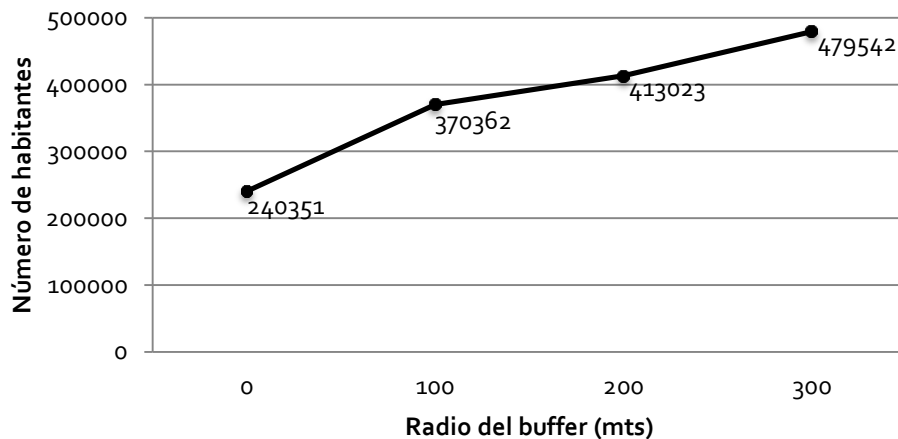


Fuente: Elaboración propia.

La interpretación de los resultados anteriores se agrupó en niveles de accesibilidad, los cuales indican el grado de influencia que las AVU sobre la accesibilidad percibida de la población. El *buffer* de 100 metros representa el óptimo de accesibilidad, garantizando una influencia directa para la población a través de visitas diarias al área verde. Para el caso del radio de 200 metros, el nivel de accesibilidad es medio, disminuyendo el número de visitas a AVU. El *buffer* de 300 metros representa el alcance máximo de influencia que puede tener un AVU sobre la percepción de accesibilidad de las personas. Esta influencia máxima ha sido discutida, estableciendo como condición que las AVU se encuentran en buen estado y con el suficiente mantenimiento que impacte la percepción de la población positivamente sobre la funcionalidad del área (Bell *et al.*, 2008; Gorffena, 2002). Respecto a la accesibilidad, los modelos teóricos indican que un nivel óptimo de accesibilidad cubre el 50% de las AGEB's. El 57.3% de las AGEB's tendrían un nivel medio de accesibilidad y el 66.3% estaría relacionada con un nivel de influencia máxima de accesibilidad a las AVU.

La información anterior permitió extraer el total de la población con acceso a AVU, a través de los *buffers*. El cálculo de la población de las AGEB's influenciadas por las AVU se puede apreciar en la siguiente gráfica (ver gráfica 4.19).

Gráfica 4.19 Cálculo de la población a través de AGEB con accesibilidad a áreas verdes



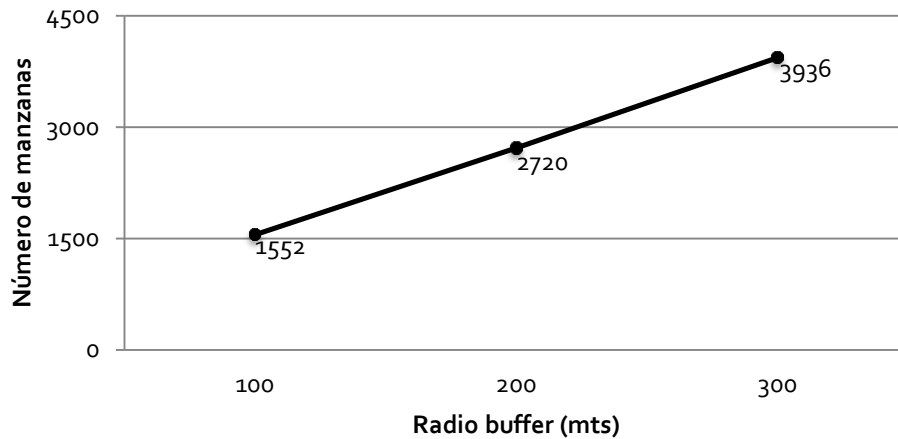
Fuente: Elaboración propia.

El 39.3% de la población total están bajo la influencia de las AVU, por encontrarse dentro de los límites de las AGEB. La modelación con los *buffers* de accesibilidad registraron el siguientes resultados: el 60.6% de la población está dentro del área de influencia del *buffer* de 100 metros, 67.6% está dentro del *buffer* de 200 metros y un 78.5% está dentro del *buffer* de 300 metros (ver gráfica 4.19). De esta forma, el 60.6% de la población tiene que caminar 100 metros para llegar al área verde, el 67.6% tendría que caminar 200 metros con un menor número de visitas y el 78.5% tendría que caminar 300 metros, la distancia máxima que una persona estaría dispuesto a recorrer hasta el AVU. En teoría, la frecuencia de visitas sería constante con los 100 metros de accesibilidad, y disminuye conforme el tamaño del *buffer* aumenta, determinado por la cercanía de las casas a los parques (Bell *et al.*, 2008; Gorffenfaf, 2002).

La gráfica 4.20 representa el número de manzanas influencias por los buffers de las AVU. El radio de accesibilidad óptimo de 100 metros tiene influencia sobre el 15.9% de manzanas, el radio de accesibilidad de nivel medio (200 metros) tiene influencia en un 27.8% de las manzanas y el radio de accesibilidad de 300 metros tiene influencia en el 40.3% de las manzanas.

Los resultados muestran una enorme diferencia respecto las AGEB's, indicando que menos del 50% de las manzanas tienen influencia de los radios de accesibilidad a AVU, mejorando el nivel de detalle de la modelación de la accesibilidad. La explicación de los resultados es el tamaño de las unidades de información, mejorando la precisión de los resultados obtenidos.

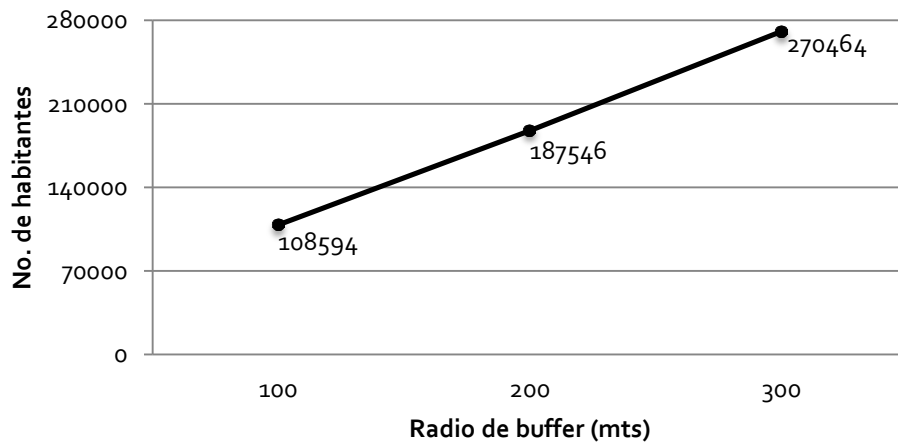
Gráfica 4.20 Manzanas influenciadas por los buffers de accesibilidad de las áreas verdes



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 4.21 muestra el cálculo de la población con accesibilidad a AVU utilizando las manzanas como unidades de análisis. Se encontró una tendencia de proporcionalidad entre el tamaño del *buffer* y el número de manzanas influenciadas por éste.

Gráfica 4.21 Cálculo de la población a través de manzanas con accesibilidad a áreas verdes



Fuente: Elaboración propia.

La interpretación de los resultados de acuerdo al nivel de accesibilidad de los radios de los buffers se resumen en la siguiente tabla (ver tabla 4.4).

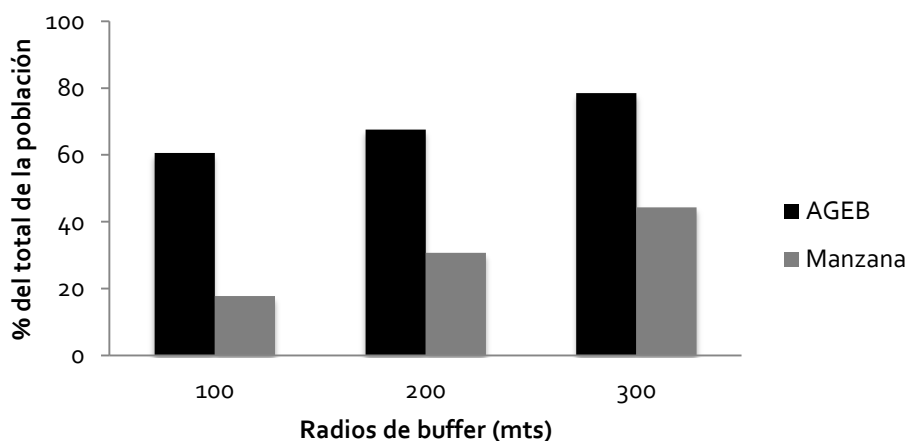
Tabla 4.4 Interpretación del cálculo de la población con accesibilidad a áreas verdes utilizando manzanas

Radio buffer	Proporción de la población con accesibilidad a áreas verdes (%)	Interpretación
100	17.6	El número de visitas es frecuente y caminan 100 metros desde sus casas hasta el AVU
200	30.7	El número de visitas es medio y caminan 200 metros desde sus casas hasta el AVU
300	44.2	El número de visitas es poco usual y caminan 300 metros desde sus casas hasta el AVU

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de la población influenciada por AVU obtenida a través de las AGEB y las manzanas varían notablemente. El nivel de detalle para el cálculo de la población influenciada por los *buffers* de accesibilidad fue mejor en las manzanas (ver gráfica 4.22).

Gráfica 4.22 Diferencia de la población total influenciada por AGEB y manzanas



Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre el cálculo de la población influenciada por las AVU en las AGEB y manzanas muestran porcentajes muy altos (40.8%, 36.9% y 34.2% entre ambas unidades de medición para los 100, 200 y 300 metros respectivamente)(ver gráfica 4.22). El nivel de precisión es mayor utilizando las manzanas como unidades de información. El cálculo de accesibilidad tuvo una sobre-representación de la modelación de la población utilizando las AGEB's, al ser unidades espaciales de

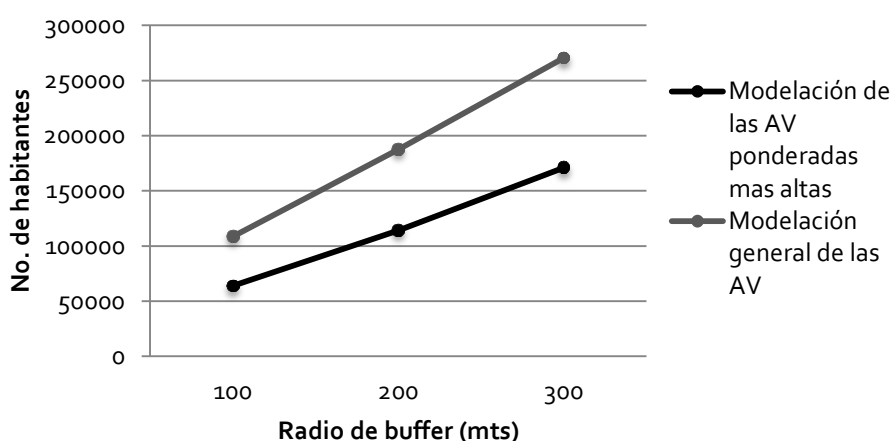
información más grandes y de menor resolución. Su interpretación podría tomarse como zonas de influencia de las AVU sobre las colonias que componen la ciudad. La modelación de las manzanas representa unidades de información más exactas para conocer la accesibilidad a AVU, ya que solo se consideran aquellas que están dentro o en cruce directo con el *buffer* de accesibilidad, mejorando la resolución del cálculo de la población total que accede a las áreas.

Las manzanas representaron unidades de información más pequeñas y precisas para calcular la población total. Cabe mencionar que hubo dificultades en la obtención de la información, por la cantidad de claves asociadas a las manzanas y por la necesidad de actualizar la información que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

4.4.2 Accesibilidad actual a las áreas verdes

La exactitud del cálculo de la población obtenido a través de las manzanas, se replicó para saber la población total que se ve influenciada por la presencia de AVU y de AVU de altos niveles de calidad funcional (ver gráfica 4.23). La accesibilidad al conjunto de AVU en general se le llamo accesibilidad potencial (calculada en los anteriores apartados), mientras que la accesibilidad a áreas de alta calidad se le llamo accesibilidad actual. Se encontró que la accesibilidad que la población tiene sobre las AVU funcionales es del 27.96%. (accesibilidad actual) Esta es la proporción máxima de la población influenciada por los *buffer* de accesibilidad, ya que son las características propias de estos espacios las que tienen un efecto positivo en el desempeño de diferentes actividades por los usuarios.

Gráfica 4.23 Población con accesibilidad a áreas verdes general y áreas verdes de alta calidad



Fuente: Elaboración propia.

Para la modelación de los *buffers* de accesibilidad se excluyeron las AVU privadas, considerando 52 registros de alta calidad (41.6%% del total de las áreas).

El radio de accesibilidad óptimo influencia al 10.45% de la población. Estas personas están dispuestas a caminar diariamente 100 metros desde sus hogares hasta el área verde. El radio de accesibilidad medio influenció al 18.67% de la población, la cual está dispuesta a caminar 200 metros desde sus hogares y cuenta con un menor nivel de visitas. Mientras que el radio de accesibilidad máxima tiene un alcance de influencia sobre 27.96% de la población (Bell *et al.*, 2008; Gorffnaf, 2002)(ver gráfica 4.23). Estas personas presentan el nivel más bajo de visitas el área verde, pero la calidad de estos espacios implica el caminar los 300 metros desde sus hogares.

La baja proporción de la población influenciada por la presencia de áreas funcionales, denota la falta de espacios de alta calidad que impacten de forma positiva la calidad de vida de la población. El declive de la accesibilidad potencial sobre la accesibilidad actual demuestra que la mayoría de las AVU están sometidas a estados de degradación. Otra explicación es que el mismo diseño del área no cumple con los atributos de calidad deseables, lo cual vulnera a la mayoría de la población ante fenómenos extremos en el ambiente urbano.

La incorporación de la evaluación de la calidad de las AVU mejora la confiabilidad del cálculo de accesibilidad, pues no solo se considera la accesibilidad física, sino que se incorpora la accesibilidad cognitiva. Esta viene explícita en los demás elementos de valoración de la calidad de las AVU, los cuales influyen la percepción de accesibilidad de la población (nivel de ruido, complejidad del área).

El nivel de detalle para el cálculo de la accesibilidad, permite asegurar que los resultados representan la realidad de la accesibilidad a AVU en la ciudad de Morelia para el año 2010, cumpliendo con los principios de la accesibilidad teórica descritos por Gorffnaf (2002). Los datos podrían no estar considerando el total de las áreas funcionales y el total de las barreras físicas, aunque dado los patrones descritos de accesibilidad, no podría cambiar mucho respecto los resultados obtenidos.

4.4.3 Identificación de colonias con el mayor número de áreas verdes

La identificación de las AGEB's con el mayor número de AVU permitió reconocer las colonias con una buena dotación de estos espacios, mejorando el nivel de detalle sobre la accesibilidad. Los resultados encontraron que solo el 9.28% de las AGEB's presentan una alta densidad de AVU. Éste indicador muestra la carencia de estos espacios en la mayoría de las colonias que componen la ciudad.

Tabla 4.5 Identificación de AGEB que albergan una mayor densidad de AVU

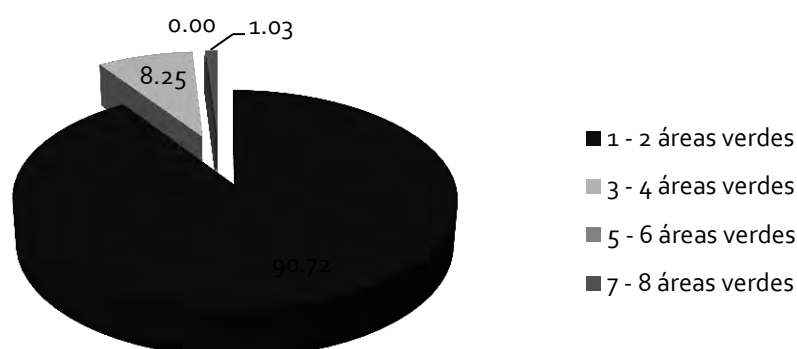
CLAVE AGEB	No. Áreas verdes urbanas	Colonias	Sector
1605300011569	7	INFONAVIT Juana Pavón, Andrés Quintana Roo, Vista bella, vista verde.	Independencia

1605300011427	4	Francisco Javier Clavijero-Punhuato, Real Punhuato, Lomas del Punhuato.	Revolución
1605300013033	4	Colinas del sur, Lomas de la Joya y Lomas del Durazno	Tenencia de Santa María
1605300013762	4	Santa Fe y Las Jacarandas	Revolución

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4.5 muestra las cuatro AGEB's con mayor número de AVU y las colonias en las que se encuentran, así como el sector de la ciudad al que pertenecen. Estas AGEB representan el 7.28%, indicando la falta de AVU en la mayoría de las AGEB que componen la ciudad. Una alta concentración de AVU puede representar la buena planeación de las colonias urbanas, y una mejor dotación de servicios ambientales para los colonos. La diferencia del número de AVU sobre las diferentes AGEB, se presenta a continuación (ver gráfica 4.24).

Gráfica 4.24 Proporción de áreas verdes en las AGEB

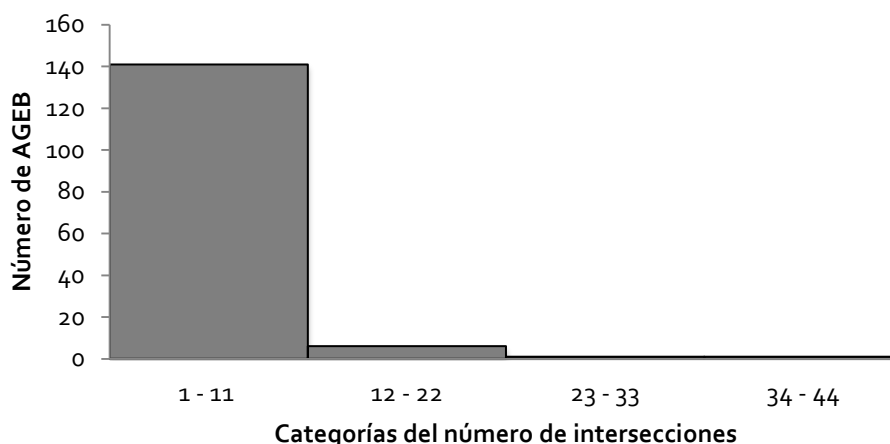


Fuente: Elaboración propia.

En la mayoría de las AGEB, se presentan solo una o dos AVU, lo cual indica la falta de espacios que complementen la infraestructura verde (ver gráfica 4.24).

El patrón de influencia de los *buffer* de accesibilidad fue diferenciado en las AGEB's con mayor cantidad de AVU. La modelación permitió apreciar las áreas que ejercen una influencia importante sobre otras AGEB's que han sido influenciadas por los *buffer* de accesibilidad. La caracterización de las colonias con una mayor cantidad de AVU se representó a través del número de intersecciones entre las AVU y las AGEB's. Para el caso del *buffer* de 100 metros de radio, podemos encontrar la siguiente distribución de las intersecciones (ver gráfica 4.25).

Gráfica 4.25 Intersecciones de las áreas verdes con las AGEB's dentro del buffer de 100 metros



Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de las AGEB pertenecen a las categorías con el menor número de intersecciones (de 1 a 11 intersecciones) con los *buffers*. El número de intersecciones determina la concentración de grupos de AVU en una misma zona. Solo dos AGEB se encuentran en las categorías con mayor número de intersecciones. A continuación se caracterizan dichas AGEB (ver tabla 4.6).

Tabla 4.6 AGEB's con el mayor número de intersecciones en el radio de accesibilidad de 100 metros

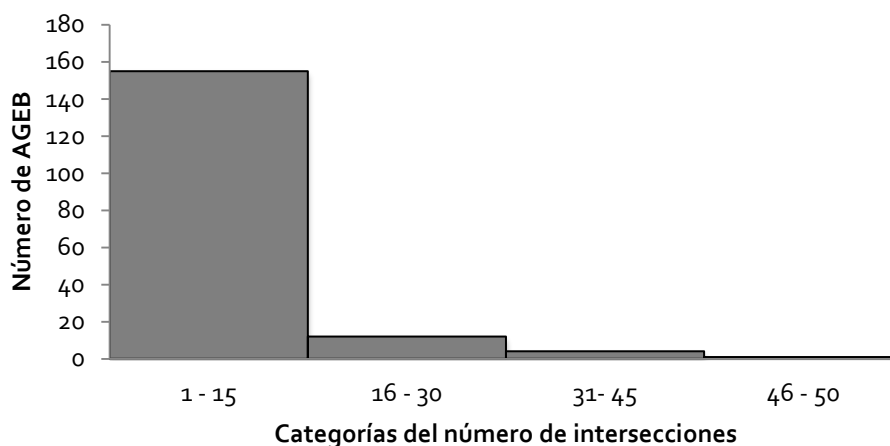
CLAVE AGEB	No. Áreas verdes urbanas	Colonias	Sector
1605300010448	3	Centro Histórico	Nueva España
1605300011569	7	INFONAVIT Juana Pavón, Andrés Quintana Roo, Vista bella, vista verde.	Independencia

Fuente: Elaboración propia.

Las intersecciones de la AGEB 0448 pertenecen al Bosque Cuauhtémoc y los espacios públicos que le rodean. La cercanía de las AVU, así como su superficie, explicaría el elevado número de intersecciones que tienen las áreas con las AGEB cercanas. Otra explicación al elevado número de intersecciones, además de la densidad de AVU, es la densidad de AGEB. Lo anterior se relaciona con la densidad poblacional, la cual es mayor en la zona centro. Para el caso de la AGEB 1569, fue caracterizada anteriormente como una de las AGEB con mayor número de AVU, que corresponde con el elevado número de intersecciones.

Las intersecciones entre las AGEB's y las AVU con el *buffer* de 200 metros, tuvieron un patrón similar al *buffer* de 100 metros (ver gráfica 4.26).

Gráfica 4.26 Intersecciones de las áreas verdes con AGEB's dentro de buffer de 200 metros



Fuente: Elaboración propia.

El patrón muestra nuevamente la dominancia de AGEB's con un menor número de intersecciones. A continuación se identifican las categorías de intersecciones más altas, con la intención de verificar las AGEB's con mayor influencia a las AVU, bajo un rango de accesibilidad óptimo (ver tabla 4.7).

Tabla 4.7 AGEB con el mayor número de intersecciones en el radio de accesibilidad de 200 metros

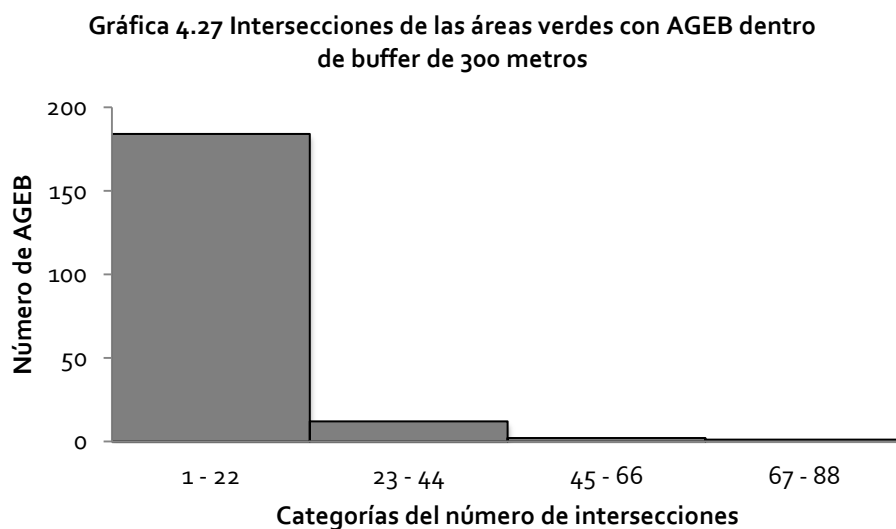
CLAVE AGEB	No. Áreas verdes urbanas	Colonias	Sector
1605300010753	3	Condagua, Lomas del campestre y Loma de Santa María	Nueva España
1605300013033	3	Colinas del Sur y Lomas de la Joya	Tenencia de Santa María
1605300011893	0	-	-
160530001040A	1	Centro Histórico	Nueva España
1605300011569	7	INFONAVIT Juana Pavón, Andrés Quintana Roo, Vista bella, vista verde.	Independencia

Fuente: Elaboración propia.

Las AGEB influenciadas por las AVU cambió respecto la modelación del *buffer* de 100 metros. El *buffer* de 200 metros muestra un mayor número de AVU que influyen las AGEB's de otras zonas de la ciudad. Esta caracterización resalta la función que toma el *buffer*, el cual constituye una zona de influencia, mostrando

como AGEB con numerosas AVU están afectando a otras AGEB cercanas, como es el caso de las AGEB 1893 y 040A.

El último análisis de intersecciones se presentó con el *buffer* de 300 metros de radio, el cual se describe el comportamiento del número de intersecciones de las AGEB's en la siguiente gráfica (ver gráfica 4.27).



Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del buffer de 300 metros, el patrón de las intersecciones continúa la tendencia marcada por los anteriores *buffer*. La caracterización del mayor número de intersecciones se presenta en la siguiente tabla (ver tabla 4.8).

Tabla 4.8 AGEB con el mayor número de intersecciones en el radio de accesibilidad de 300 metros

CLAVE AGEB	No. Áreas verdes urbanas	Colonias	Sector
1605300011893	0		
1605300010753	3	Condagua, Lomas del campestre y Loma de Santa María	Nueva España
1605300013033	3	Colinas del Sur y Lomas de la Joya	Tenencia de Santa María
1605300010448	3	Centro Histórico	Nueva España
160530001040A	1	Centro Histórico	Nueva España

		INFONAVIT	
		Juana	
		Pavón,	
1605300011569	7	Andrés	Independencia
		Quintana	
		Roo, Vista	
		bella, vista	
		verde.	

Fuente: Elaboración propia.

En este caso se incluyen todas las áreas verdes que han sido descritas en los *buffers* anteriores. Podemos apreciar nuevamente que las intersecciones que las AVU tienen sobre las AGEB se relacionan con su posición que ocupan dentro del conjunto de AGEB, su superficie y la densidad de las AGEB's y de las AVU. Estos elementos son importantes en la consideración de la evaluación de la accesibilidad. Una mejor conectividad se refleja en la accesibilidad, siendo este un lineamiento de diseño.

Las AGEB's pueden considerarse una unidad espacial de la zonificación de los límites administrativos y físicos de la ciudad, señalando espacios que comparten una conexión entre sí. Esta información permite indicar la equidad en la distribución de las AVU en la ciudad.

También permite apreciar el grado de influencia de las AVU sobre distintas zonas de la ciudad, reconociendo las relaciones que guardan estos espacios con el área urbana. Las relaciones pueden representar un indicador de la adecuada localización de las AVU, al apreciar cómo su localización afecta diferentes AGEB's.

4.4.4 Cantidad y calidad de las áreas verdes en relación a la precariedad urbana

La cuantificación del número de AVU por nivel de precariedad mostró que la mayoría de estos espacios se encuentran en la periferia inmediata, relacionados con niveles de precariedad media y baja. La periferia exterior y el contorno central tienen el menor número de AVU relacionadas a niveles de precariedad muy alto y muy bajo respectivamente (ver figura 4.4). Los resultados anteriores se explican por los diferentes periodos de crecimiento de la ciudad. Al comparar el estado de calidad respecto los niveles de precariedad, se apreció que las AVU de mejor calidad se encuentran en zonas con niveles de marginación baja o muy baja. Sin embargo, la mayoría de las AVU tienden a estados de degradación, con la escasa representatividad de áreas en buen estado.

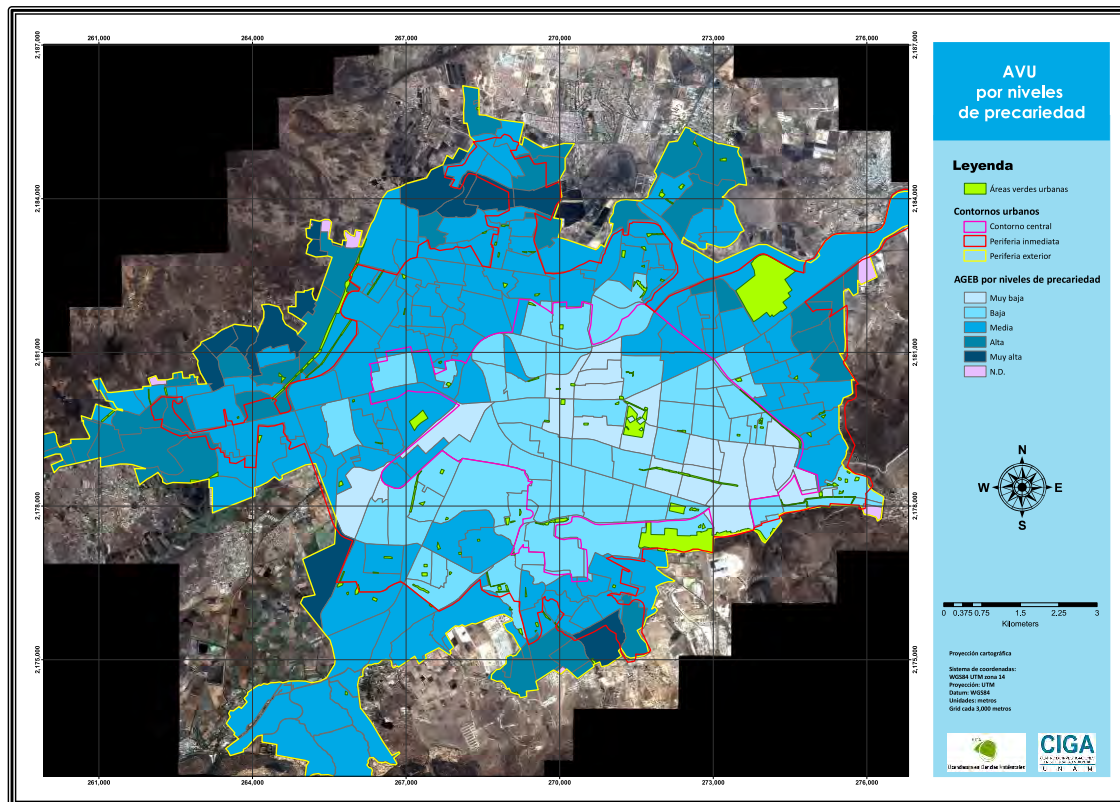
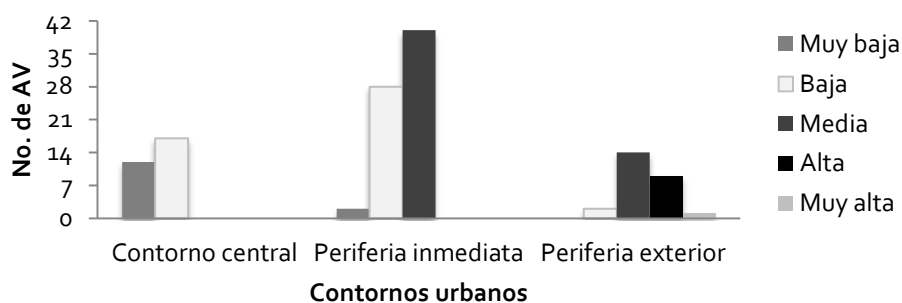


Figura 4.4 Localización de las AVU respecto las AGEB por niveles de precariedad (2005)

Fuente: Elaboración propia. AGEB caracterizadas por Hernández y Vieyra (2010), contornos urbanos por Vieyra y Larrazábal (2009).

Las AGEB's influenciadas por la presencia de AVU representaron el 32.3% del total de AGEB's que componen la zona de estudio. La mayor concentración de las áreas se encuentra en la periferia inmediata, con el 54% de las AVU ligadas a niveles de precariedad medio y bajo (ver gráfica 4.28). Como se ha señalado, la alta concentración de AVU en esta parte intermedia de la ciudad puede explicarse por el elevado desarrollo de la ciudad a través de usos de suelo habitacional durante los años setentas y noventas. La mayoría de las AVU de éste contorno están relacionadas a niveles de precariedad media y baja.

Gráfica 4.28 Número de áreas verdes por nivel de precariedad en los contornos urbanos



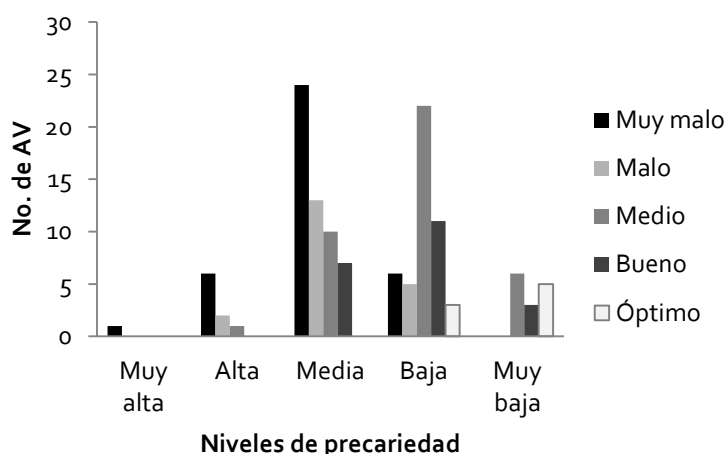
Fuente: Elaboración propia.

La presencia de AVU en los contornos centro y periferia exterior, fue menor a la periferia inmediata. El contorno central contiene el 23.2% de las AVU, las cuales están relacionadas con un menor grado de marginación (ver gráfica 4.28). La posible falta de AVU en éste contorno se sustenta con los resultados de conectividad. La posible explicación a esta carencia de AVU puede ilustrarse con el desarrollo urbano, el cual se presentó alrededor del centro histórico de forma acelerada, lo que elevó la presión sobre el suelo y dejó totalmente desprotegidas de AVU a las colonias.

La periferia exterior contiene el 20.8% de las AVU, las cuales están relacionadas con niveles de precariedad media y baja. Éste contorno también está ligado a un posible déficit de AVU. Lo anterior se apreció en la baja representación de estos espacios, respecto los demás contornos urbanos. La falta de AVU representaría la debilidad de la planeación actual, siendo el proceso de urbanización más reciente y uno de los más importantes de la ciudad. Lo anterior podría hablar de la falta de políticas que mejoren la dotación de AVU, considerando la vulnerabilidad social de las personas que habitan estas zonas.

La comparación de la información anterior respecto la evaluación del estado de las AVU, representó una forma más detallada de conocer la calidad de estos espacios relacionadas a los niveles de precariedad. Los resultados mostraron que el patrón de la mayoría de las AVU tienden a estados de degradación en los niveles de precariedad más vulnerables (muy alta, alta y media). La mayor calidad de las AVU se presentó en los niveles de precariedad más bajos (ver gráfica 4.29).

Gráfica 4.29 Calidad de las áreas verdes por niveles de precariedad



Fuente: Elaboración propia.

La calidad de las AVU es negativo en todos los niveles de precariedad, donde las áreas verdes de media y mala calidad predominan sobre aquellas con niveles de calidad positivos, siendo claro en las zonas con nivel de precariedad muy alto, alto y

medio (ver gráfica 4.29). Los resultados señalan que el mantenimiento de las AVU está influenciado por las condiciones sociales en donde se encuentran. El mayor grado de mantenimiento se presenta en las áreas con mayor capacidad económica, mientras que las áreas con mayor vulnerabilidad social están desprovistas de éste manejo. La mala calidad y cantidad de estas áreas, en donde se encuentra la población más pobre de la ciudad, no está influyendo sobre sus condiciones de vida positivamente. Estos espacios requieren una revisión de su estado y dotación, los cuales benefician a la población más marginada. La periferia urbana alberga la población con las peores condiciones socio-económicas y de rezago social, lo cual se agrava con la falta de espacios funcionales que mejoren su calidad de vida. Es necesaria la presencia de AVU en estas zonas vulnerables, para disminuir los efectos negativos del crecimiento urbano sobre la población más joven o longeva de estos lugares.

Los resultados anteriores, junto con los patrones de evaluación y accesibilidad descritos anteriormente, resaltan dos posibles explicaciones a la deficiencia de espacios de calidad alta y la dominancia de AVU de mala calidad funcional. La primera explicación está relacionada con la naturaleza de las diferentes colonias de la ciudad. Aquellas colonias que comenzaron como irregulares y que ahora están regularizadas, tuvieron que organizarse para entregar al municipio requisitos de un desarrollo regular. Dentro de los numerosos requerimientos, se encuentra la entrega del 10% del área de donación y 3% del área verde.. Algunas colonias pueden cumplir con éste requerimiento y fijan áreas sin ningún tipo de diseño, seleccionadas solo por disponibilidad. Las colonias que no pueden cumplir con éste requisito realizan un convenio con el Municipio, lo que regularmente termina en el pago del inmueble, dejando desprovistos estas colonias de espacios verdes (artículo 119, CDUEM). Este proceso pudo haberse presentado en las colonias ligadas a niveles de precariedad medio y bajo.

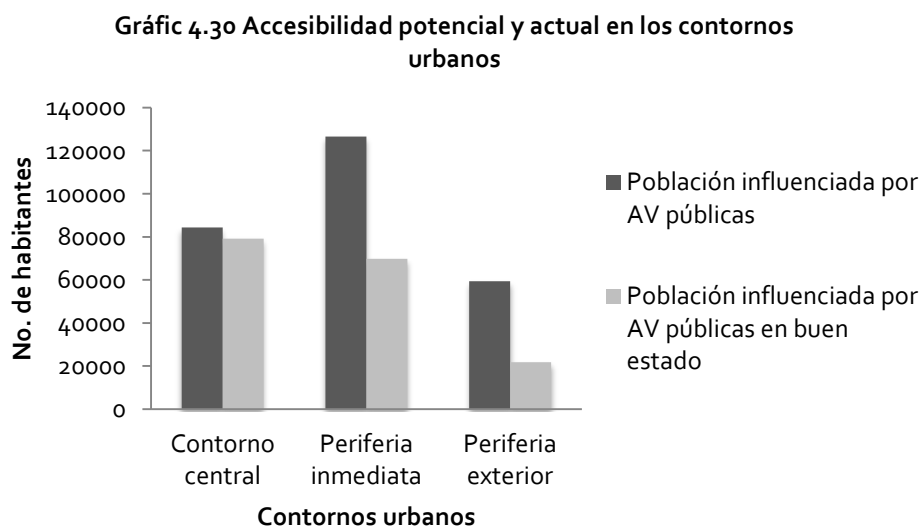
La segunda explicación de la disponibilidad de AVU en algunas zonas de la ciudad relacionadas con una mala funcionalidad, se refiere a los lineamientos de desarrollo urbano vigentes. Los lineamientos continúan siendo deficientes, al fragmentar, simplificar la vegetación y aislar el conjunto de la infraestructura verde de la ciudad. Con el paso del tiempo, el uso de estos espacios, así como la falta de políticas y sustento legal para su protección, mantenimiento y el mismo diseño de las áreas verdes, han terminado por degradarlos.

Los resultados señalan que la mayoría de las AVU funcionales ligadas a niveles de precariedad bajo, que a su vez están relacionadas con personas en una condición económica favorable. En estas zonas, la población se encuentra en el centro de la ciudad y podrían tener condiciones favorables de habitabilidad urbana, aunque existe un déficit de AVU. Las áreas verdes de la periferia exterior, al estar degradadas, no están influyendo las condiciones de rezago a las que está sometida su población. Esto señala las negativas condiciones de vida de la población de la

periferia, expresado en la falta de AVU que funcionan como equipamiento urbano, las cuales integren las colonias al área urbana. Los estratos sociales de nivel medio, localizados en la periferia inmediata, presentan la mayor cantidad de AVU sometidas a estados de degradación. La falta de mantenimiento por colonos y municipio requiere la coordinación entre éstas partes, culminando en reglamentos o programas relacionados con la protección y mejoramiento de las AVU, así como el aumento de recursos para su atención.

4.4.5 Accesibilidad a las áreas verdes en las zonas de precariedad urbana

La comparación entre la población influenciada por AVU en general (accesibilidad general) y la población influenciada por AVU de alta calidad en los diferentes contornos urbanos de Morelia (accesibilidad real), mostró una diferencia del 50% de la población en la periferia inmediata y exterior. Éste resultado señala la dominancia de espacios de mala calidad funcional en estas zonas (ver gráfica 4.30). La dominancia de áreas de mala calidad determina una menor accesibilidad. Esto fue claro al comparar con los contornos urbanos y la población con accesibilidad a AVU de alta calidad, encontrando un gradiente de alta accesibilidad en el centro de la ciudad y éste va disminuyendo hacia la periferia exterior.



Fuente: Elaboración propia.

El contorno central, el cual presenta la mayor cantidad de áreas de alta calidad funcional, influencia al mayor número de personas respecto los demás contornos urbanos. Estas personas podrían estar beneficiándose por la provisión de servicios ambientales de las AVU. La mayoría de las áreas del contorno central son de alta calidad, lo cual se refleja en la reducción mínima de la población influenciada por estas áreas respecto la evaluación general de accesibilidad máxima. La población influenciada por AVU de alta calidad funcional de este contorno,

representa el 12.95% de la población total (ver gráfica 4.30). La periferia inmediata y exterior son las áreas que no cumplen con la influencia de accesibilidad potencial de sus AVU, lo cual refleja la dominancia de espacios en mal estado. El dominio de áreas de mala calidad en éste contorno es tal, que la accesibilidad a AVU es menor al contorno central, el cual tiene menos de la mitad de las áreas que la periferia inmediata alberga. La oferta real de AVU disminuye en la periferia la accesibilidad de la población en un 50%, si se aprecia la reducción poblacional de cada contorno (ver gráfica 4.30). De esta forma, solo el 11.43% de la población de la periferia inmediata estarían influenciadas por los servicios ambientales de sus AVU. Mientras que la población de la periferia exterior es la zona menos favorecida por la presencia de AVU en óptimas condiciones, representando el 3.57% del total de la población urbana beneficiada por áreas de alta calidad.

El gradiente de accesibilidad podría estar relacionado con las consideraciones en el mantenimiento y diseño de las AVU, las cuales expresan la funcionalidad de las mismas. La mejora de estos atributos impactaría la accesibilidad a estos espacios. Aún con su mejoramiento, si los principios de diseño no se basan en elementos que garanticen la integridad del AVU, la funcionalidad será viable a corto plazo.

El gradiente encontrado muestra que la atención sobre las AVU y sus características de diseño parecen haber sido mejor planeadas y atendidas en la zona central de la ciudad, y disminuye conforme nos aproximamos a la periferia de la ciudad. La revisión de esta tendencia deberá de ser revisada por autoridades y la población, lo cual culmine en el mejoramiento del estado de las AVU e impacte la accesibilidad a estos espacios.

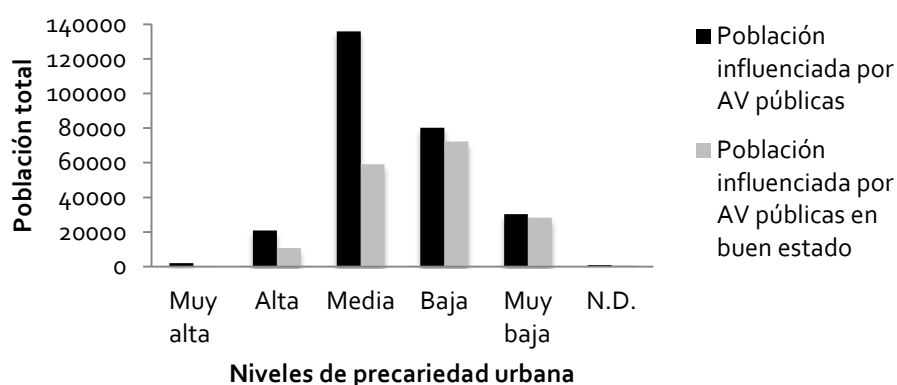
4.4.6 Relación de la accesibilidad a las áreas verdes y la precariedad urbana

La población con mejor accesibilidad a AVU, caracterizada por niveles de precariedad pertenece a niveles de calidad baja y media. La población de los niveles de precariedad media y alta, fue la más desfavorecida por la presencia de AVU en estados de degradación, impactando el grado de accesibilidad máximo (ver gráfica 4.31).

La población influenciada por las AVU de alta calidad, corresponde con el patrón de las áreas de acuerdo a su nivel de precariedad y localización en los contornos urbanos (ver gráfica 4.31). Este patrón tiende a resaltar una mejor dotación de áreas funcionales en zonas con bajos niveles de precariedad. La población de los niveles de precariedad media y baja, al estar mejor dotados de AVU, pueden estar relacionados con las colonias tipo fraccionamiento a las que pertenecen. Estas colonias, construidas por compañías privadas, se ven obligadas a planear sus AVU. Estas consideraciones son ignoradas en colonias que pertenecen a niveles de precariedad alto y muy alto, las cuales tienen AVU disfuncionales y

pueden estar relacionadas con un origen irregular. La población influenciada por AVU, y que corresponde a niveles de precariedad vulnerable, representan el 1.75% de la población total. La población de niveles de precariedad media tuvo un acceso del 9.68% respecto el total de la población. La población con mejor accesibilidad se encuentra relacionada a los niveles de precariedad más bajos, y representa el 16.44% del total de la población. Solo un 0.07% no tuvo asociada información de su condición de precariedad (ver gráfica 4.31).

Gráfica 4.31 Accesibilidad potencial y actual por niveles de precariedad



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados resaltan la dominancia de AVU de mala calidad en niveles de precariedad media y alta, reflejado en la disminución de la población que accede a estos espacios en más de un 50%. Éste patrón de pérdida de funcionalidad e influencia sobre la población con algún tipo de desventaja social y económica, puede estar relacionado con el manejo y planeación de las AVU. Las áreas de niveles de precariedad baja y muy baja están sometidos a continuo mantenimiento, lo cual puede estar relacionado con la atención que el Municipio da a las áreas centrales. Lo anterior se expresa en regímenes de manejo adecuados en zonas residenciales de altos recursos. La mala calidad de niveles de precariedad medio y alto representa la falta de organización de la población para cuidar de sus AVU, así como la poca atención y cuidado que el municipio y la población brindan a estos espacios, en estas zonas de la ciudad.

La carencia de AVU funcionales en la periferia afecta la calidad de vida de estas personas de forma negativa, ya que la insuficiencia de equipamiento urbano degrada la actividad social de sus colonias. La falta de control y planeación de los procesos de urbanización están dañando la permanencia de AVU en estas zonas. La revisión del desarrollo de los nuevos asentamientos de carácter irregular por el municipio, deberá de vigilar la dotación de servicios y equipamiento, la cual mejore

la calidad de vida de las personas y la conectividad de las nuevas AVU con la infraestructura verde urbana existente.

4.4.7 Accesibilidad de la población urbana a las áreas verdes por niveles de precariedad y los contornos urbanos

La población por niveles de precariedad influenciada por AVU, puede ser reconocida por su patrón espacial respecto los contornos urbanos. Esto se relaciona con la población más favorecida por AVU respecto su nivel de precariedad y la zona de la ciudad en donde se encuentran estas personas (ver figura 4.5 y mapa en Anexos, Mapa 4).

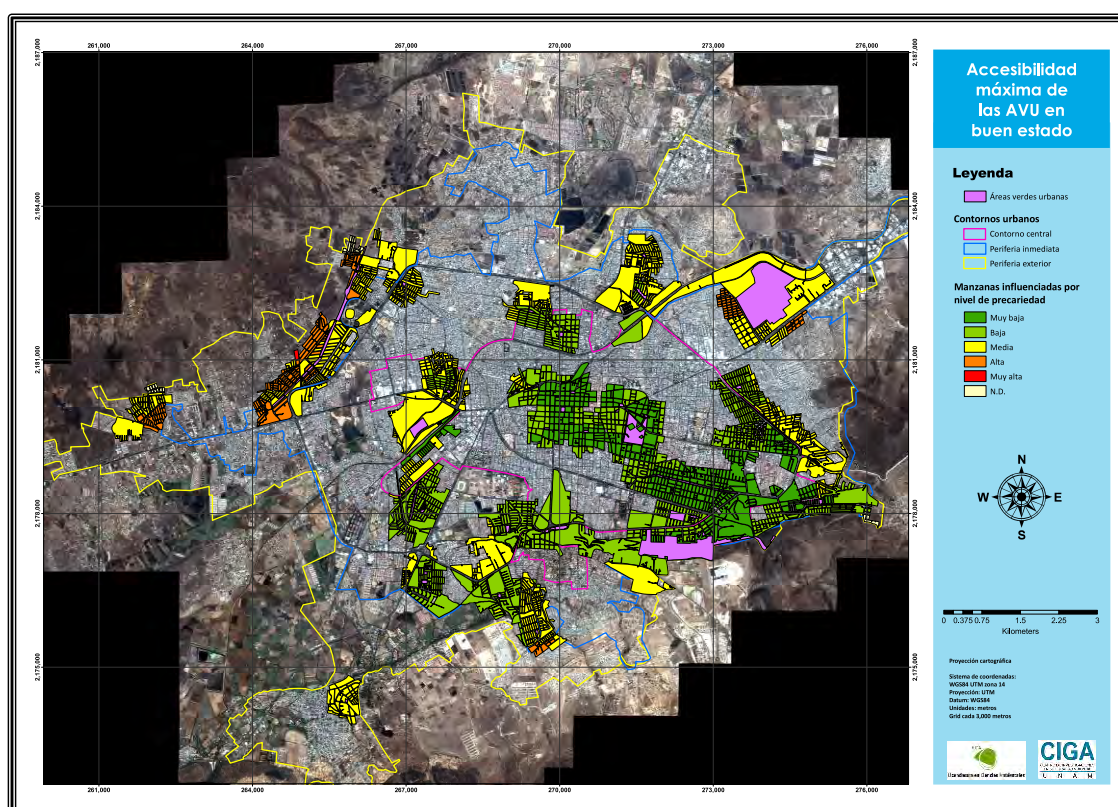


Figura 4.5 Accesibilidad máxima de las AVU de buena calidad

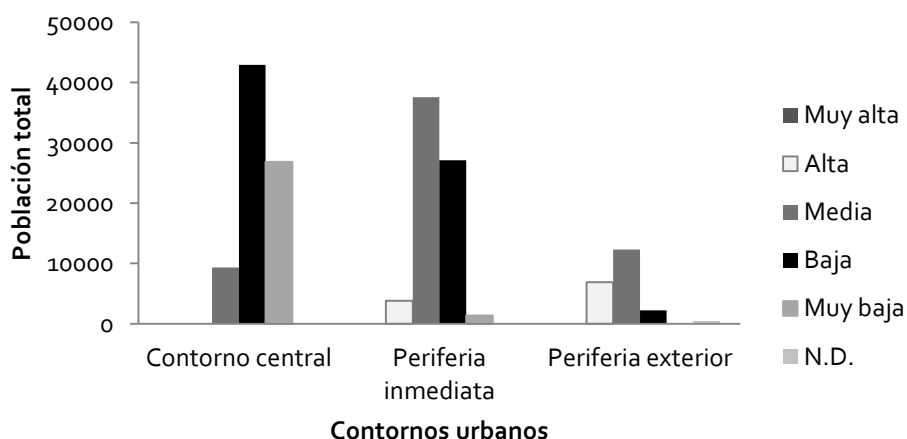
Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de la población favorecida por AVU funcionales se encuentra en el área central de la ciudad, donde la población está asociada a bajos y muy bajos niveles de precariedad principalmente (ver gráfica 4.32). La población influenciada por AVU con los niveles más bajos de precariedad de la zona central, representa el 12.95% respecto el total de la población.

La población de la periferia inmediata se ve favorecida solo por el 50% del total de sus AVU. La población pertenece a niveles de precariedad media y baja. El conjunto de la población de éste contorno representa el 11.43% respecto la población total de la zona de estudio.

La periferia exterior representa la menor población de la ciudad con AVU funcionales. La población pertenece a los niveles de precariedad media y baja (ver gráfico 4.32). La población de niveles de precariedad muy alta prácticamente está desprovista de AVU funcionales. Las personas de la periferia exterior influenciadas por estos espacios representan 3.58% respecto a la población total.

Gráfica 4.32 Accesibilidad a áreas verdes de alta calidad en los contornos urbanos y nivel de precariedad



Fuente: Elaboración propia.

El patrón general tiende a beneficiar a personas con menor vulnerabilidad social, y a desproteger con áreas funcionales a las personas con los niveles de precariedad más altos. Esto determina una desigualdad en las condiciones de habitabilidad de la ciudad, limitando el acceso a equipamiento básico de la población más pobre. La forma en que se desarrollan los asentamientos humanos irregulares de las zonas más pobres, puede ser el principal factor del déficit de AVU. Estas zonas no cuentan con una mínima planeación de servicios, infraestructura y equipamiento urbano. La falta de orientación en la población para la adquisición de terrenos aparentemente baratos, culminará en serios costos de la población para regularizarlos en el futuro. Los costos sociales de habitar zonas que no fueron diseñadas para el bienestar de las comunidades, también representa un costo alto para las futuras generaciones que habiten estos lugares. La adquisición obligada de áreas sin planeación se presenta al no existir suelo barato y regularizado, accesible para la población. El municipio debe de regular la provisión de terrenos con capacidad de ser habitados, lo cual dote de oportunidades para la población más pobre, cuente con todos los elementos que requiere un nuevo barrio urbano, disminuya riesgos sociales a desastres naturales y disminuya el avance de la mancha urbana. El reto no es fácil, por lo que se sugiere que las AVU se coloquen en el centro de la planeación, lo cual pueda estimular condiciones de vida digna para la población urbana.

Los resultados demostraron que en todos los niveles de precariedad que existe un déficit de AVU funcionales, requiriendo mejorar las pocas áreas existentes, así como impulsar la creación de nuevos espacios en la periferia exterior. Estas acciones mejorarían la falta de equipamiento urbano de la población más vulnerable. Los resultados obtenidos sugieren la falta de políticas de reverdecimiento de la ciudad que impacten a las personas con mayor vulnerabilidad social. En caso de haber aplicado dichas políticas, los resultados sugieren su fracaso, ya que las AVU son aún imperceptibles en su funcionalidad y en las zonas de la ciudad con mayores niveles de precariedad.

CAPÍTULO V. Conclusiones y reflexiones finales

5.1 Valoración final de los factores que influyen en el estado actual de la calidad de las áreas verdes

La caracterización de la infraestructura verde urbana de la ciudad de Morelia, reflejó un alto nivel de fragmentación, expresado en el elevado número de AVU relacionadas con superficies pequeñas. Estos espacios pequeños están asociados con impactos a nivel local, disminuyendo su capacidad de ofrecer servicios ambientales a una escala mayor, así como una menor capacidad de soportar eventos extremos. El análisis de calidad de espacios que componen la infraestructura verde, corroboró que la mayor parte de las categorías presentan una tendencia hacia estados de degradación. El patrón espacial de la calidad de las AVU muestra un gradiente que va de mayor, en la parte central de la ciudad, a menor en la periferia exterior. Esta última condición también se asocia con un mayor número de AVU en estados de degradación. A su vez, se identificó un posible estado de estrés en la vegetación de las AVU, evaluado por medio de los índices de vegetación (NDVI e Índice de verdor), el cual puede estar determinado por las condiciones ambientales, régimen de manejo, diseño del AVU, uso y mantenimiento de la misma y aislamiento extremo. Por lo anterior, podemos sugerir que el modelo actual de AVU es insostenible para el mantenimiento de la vegetación y de los procesos ecológicos asociados, afectando negativamente la calidad ambiental de la ciudad.

La descripción general de las AVU que componen el Municipio de Morelia, ha identificado que más del 98% se encuentran representadas por espacios con dimensiones menores a 1 ha. La fragmentación de estos espacios disminuye el potencial de múltiples funciones ambientales dentro de la densidad habitacional en donde se insertan. Además, representan áreas incomunicadas que ven vulnerada su estabilidad y la de sus elementos, al estar sometidas a procesos de degradación por el aislamiento extremo que provocan los procesos de urbanización. El presente trabajo encuentra incongruencia en la política actual de AV, asentada en el Código de Desarrollo Urbano, donde se omite la complejidad de la información para el mejoramiento de la infraestructura verde urbana. El problema del déficit de AVU de la ciudad, así como la mala calidad de las mismas, requieren la modificación del 3% que se exige a los desarrolladores, elevando éste porcentaje a un 20% mínimo, reconociendo las funciones asociadas de estos espacios y determinando lineamientos detallados de diseño. Además de un replanteamiento profundo del significado de las AVU, ya que éste término puede prestarse a muchas interpretaciones, dando lugar a la existencia de diferencias en su diseño.

La identificación y evaluación funcional de las AVU permitió mejorar el reconocimiento de la diversidad de los espacios que componen la infraestructura

verde urbana, denotando la importancia de un manejo bien estructurado para la salud de los mismos y la provisión de servicios ambientales. Éste trabajo encontró que la mayoría de las categorías de AVU están sometidas a procesos de degradación, siendo el patrón más desalentador aquel que se presenta en la mayoría de las áreas de carácter público. Las áreas mejor conservadas se encuentran en la parte central de la ciudad, y van disminuyendo su calidad conforme nos acercamos a la periferia. Los procesos de urbanización de la ciudad y la importancia económica y política de algunas partes de la misma, pueden estar afectando la cantidad y calidad de las AVU.

La evaluación de la vegetación a través del NDVI, mostró que más de la mitad de las áreas tienen menos de un cuarto de su superficie verde en buen estado, y menos de la mitad cumple con la recomendación de mantener el 50% de su superficie verde en estado conservado. Los resultados sugieren que las AVU han sufrido una pérdida de la estructura de su vegetación, además de estar sometida a condiciones de estrés y dominancia de la superficie de equipamiento sobre la cobertura vegetal. De esta forma, el escenario ante la falta de AVU públicas de alta calidad, expresado en el patrón negativo de la calidad de la mayoría de las categorías de AVU, es sinónimo de la carencia de elementos que mejoren la calidad ambiental y social de las colonias que integran la ciudad. A su vez dificultan la posibilidad de integrar la infraestructura verde a un modelo funcional urbano para la provisión de servicios ambientales. El presente estudio muestra una tendencia negativa aun cuando muchas áreas han sido sometidas a programas de rescate del gobierno en fechas recientes. En general, los patrones del estado actual del conjunto de las AVU denotan la falta de lineamientos de diseño, reflejado en su salud ecológica y funcionalidad social. Además, no existen parámetros gubernamentales que fortalezcan el conocimiento de diseño de AVU por fraccionadores y constructores. De esta forma, la falta de información resultará en espacios de mala calidad y poco resilientes.

Los servicios ambientales de las AVU no podrán reconocerse si no se cuentan con espacios complejos en su vegetación e instalaciones. Las AVU actuales presentan un nivel de NDVI bajo en comparación con valores obtenidos de áreas boscosas urbanas de otra ciudad o literatura básica sobre el comportamiento del índice. El panorama anterior sugiere el replanteamiento de la política actual de diseño, mantenimiento y creación de AVU, fijando estrategias para su atención integral, las cuales se ven amenazadas por la constante expansión urbana. La experiencia en campo ha podido corroborar que la participación de la población en la mejora de sus espacios es vital para garantizar la salud de estas áreas a largo plazo, ya que el gobierno se ve rebasado para atender la diversidad de espacios en toda la zona urbana.

5.2 Descripción de patrones espaciales que afectan la integridad ecológica de las áreas verdes

Los resultados del conjunto de métricas de paisaje mostraron una tendencia negativa para las categorías de AVU, así como una falta de diseño, expresado en atributos de paisaje que degradan su funcionalidad e integridad. Además, se encontró que las AVU se encuentran bajo procesos de fragmentación, lo cual tiene repercusión en la integración funcionalidad del total de la infraestructura verde. La pérdida de funcionalidad, también expresada con el patrón de conectividad, fue más severa en el área central, con un gradiente de mejora si se conservan los terrenos baldíos como potenciales AVU en la periferia. La planeación urbana deberá adicionar una mayor superficie destinada a AVU, expresada en áreas que incorporen los principios de la ecología del paisaje para mejorar la biodiversidad y procesos ecológicos de la ciudad.

Las AVU con menor nivel de disturbio tuvieron asociado un adecuado tamaño de parche, de acuerdo a una comparación con estándares internacionales. Sin embargo, su densidad, conectividad y forma representan atributos de paisaje que pueden afectar la integridad funcional y ambiental de estos espacios urbanos. Las variables identificadas que determinan los rasgos negativos de los resultados anteriores, fueron la localización de los mismos, el número de parches y la forma irregular de los mismos.

Las áreas con mayor nivel de disturbio, presentaron patrones espaciales de densidad, conectividad y forma de los parches que podría mejorar funciones ecológicas de las AVU. Sin embargo, el patrón de las métricas sugiere posibles procesos de fragmentación de estas categorías, perjudicando la funcionalidad del área. Otro indicador negativo se encontró al comparar el tamaño de las AVU con la funcionalidad asociada al tamaño de estos espacios. La comparación verificó que los impactos de estas AVU son locales, al ser principalmente áreas con una superficie pequeña. La falta de espacios de grandes dimensiones, es reflejo de la insuficiencia de funcionales que permitan mejorar la biodiversidad urbana y sostener procesos ecológicos más complejos que culminen en una mayor cantidad y calidad de servicios ambientales.

Considerando el conjunto de AVU estudiadas, se encontró que la superficie que ellas cubren es menor al 3% de la superficie del área urbana de estudio. La dominancia de la superficie impermeable sobre la cobertura verde representa un barrera importante para implementar el modelo de red verde, el cual mejore la salud y funcionalidad del total de la infraestructura verde.

El conjunto de las métricas de paisaje no sólo fue utilizado para reconocer los patrones ecológicos que presentan las AVU. Sus resultados fueron unificados en el índice de fragmentación, que al igual de que las métricas de paisaje, deberá de evaluarse a lo largo del tiempo para identificar sus tendencias de cambio. Sin embargo, con las áreas no urbanizadas para el año 2008, se pudo corroborar que el

proceso de fragmentación provoca un mayor aislamiento y dispersión de las AVU. Los efectos ecológicos del patrón anterior se pueden apreciar en la salud de la vegetación y la pérdida de servicios ambientales asociados.

El índice de conectividad puede ser una herramienta útil para la toma de decisiones en la identificación de áreas con potencial de ser transformadas a AVU, a través de la identificación y priorización. El análisis de conectividad muestra un indicador positivo para el conjunto de baldíos, ya que estos podrían mejorar considerablemente la conectividad de las AVU. De esta forma, es indispensable establecer mecanismos para la adquisición de terrenos con potencial de ser convertidos en AVU, y en los cuales se puede incorporar la información de éste trabajo como una primera etapa de diagnóstico. Los resultados sugieren mejorar la conectividad de áreas centrales e intermedias de la ciudad, ya que representan los promedios de costo-distancia más altos. Lo anterior como escenario si se mantienen baldíos y áreas de cultivo. En caso de no ser éste el escenario, la conectividad en toda la ciudad sería prácticamente nula.

La evaluación de la integración espacial funcional de las AVU a través del enfoque de la ecología del paisaje, representa una forma práctica de incorporar principios ecológicos en la construcción y mantenimiento de la infraestructura verde urbana. La utilización de las métricas del paisaje permitió describir, por medio de la configuración y composición de los parches, los patrones de forma, densidad, heterogeneidad y conectividad de las AVU. Su monitoreo futuro es necesario para entender su condición ecológica en el paisaje urbano.

5.3 Accesibilidad a áreas verdes y su relación con factores socio-económicos

La accesibilidad potencial de las AVU estudiadas influencia al 40.3% de la población total de la zona de estudio. Los resultados sugieren que el 60% de la población no tiene AVU cercanas para realizar diferentes actividades como deporte y esparcimiento. La aplicación de los preceptos de accesibilidad a las AVU, considerando solo aquellas de alta calidad funcional, encontró que la accesibilidad actual de las AVU influencia al 27.96% de la población. El 72% de la población de la ciudad de Morelia no tiene AVU funcionales que puedan impactar positivamente su calidad de vida.

La mayor densidad de AVU se encontró en cuatro zonas de la ciudad. Las AGEB's en donde se encontraron estos espacios representan el 9.28% del total de AGEB's que componen el área de estudio. Los resultados sugieren una baja densidad de AVU, lo cual disminuye la accesibilidad en la mayoría de las colonias. Los resultados complementan información que pudiese ser útil para el reconocimiento de patrones espaciales en la dinámica de accesibilidad de las AVU.

La accesibilidad a AVU caracterizadas por nivel de precariedad, tuvo un patrón reconocible. La mayor accesibilidad actual se observó en la población de los

niveles de precariedad más bajos, la cual representa menos del 20% de la población total. La población con menor accesibilidad actual fue la población que pertenece a los niveles de precariedad más altos, los cuales representan el 1.75% respecto la población total. Los resultados sugieren que la calidad de las AVU puede estar asociada a la condición socio-económica de la población que le rodea, expresándose en la falta de mantenimiento y planeación de las AVU.

La mayor accesibilidad actual respecto los contornos urbanos presentó también un patrón en relación a la distribución de AVU de alta calidad. La población con la mejor accesibilidad actual se encuentra en el contorno central, y el nivel de accesibilidad disminuye conforme nos acercamos a la periferia exterior. Este patrón de la accesibilidad respecto los niveles de precariedad coincidió con los contornos urbanos. Los niveles de precariedad más bajos se encuentran en el contorno central, el nivel de precariedad media en la periferia inmediata y los niveles de precariedad más altos se encuentran en la periferia exterior. La accesibilidad actual del contorno central fue del 12.95%, la periferia inmediata tuvo una accesibilidad actual del 11.43% y la periferia exterior tuvo una accesibilidad actual del 3.57% respecto la población total. Resalta el impacto de las AVU en mal estado de la periferia inmediata y exterior, lo cual disminuye en un 50% de la accesibilidad potencial. Esto señala que la atención y planeación de las AVU de la población mas vulnerable está siendo afectada en su accesibilidad potencial máxima. Lo anterior se traduce en una disminución de la calidad de las condiciones de habitabilidad urbana de la periferia inmediata y exterior. De esta forma, los datos confirman el patrón que señala la abundancia de AVU en áreas centrales y en zonas con alto poder adquisitivo (León, 2008; Barbosa *et al.*, 2007; McConnachie y Shackleton, 2010; Bai *et al.*, 2005). Así mismo, el área central, donde se encuentran las personas con mejor condición socio-económica, tiene la mayor cantidad de AVU de alta calidad, lo que se traduce en una mejor funcionalidad a través de la provisión de servicios ambientales para la población cercana a estos espacios. Los demás contornos se encuentran dominados por AVU en estados de degradación, los cuales pudiesen tener un efecto negativo en la funcionalidad y accesibilidad percibida por la población, e incluso provocando serios problemas al ser focos de peligro.

El efecto de la planeación y mantenimiento de las AVU tiene una influencia importante sobre la accesibilidad. Los trabajos que profundicen sobre el monitoreo de la condición de la accesibilidad a las AVU, deberán incorporar estudios que mejoren las metodologías aquí propuestas, integrando la percepción de las personas para mejorar la fiabilidad de los supuestos teóricos. Además, la incorporación de la opinión de las personas representa información de gran utilidad para integrar principios de diseño que no se consideran en la literatura. Algunos otros recursos técnicos podrían mejorar el cálculo de accesibilidad de la población influenciada por AVU, como lo son los modelos de redes.

Los resultados también sugieren el replanteamiento de la atención de las AVU, las cuales están degradando las condiciones de habitabilidad de la población más pobre y marginada. Los problemas legales de la regularización de asentamientos humanos tendrán que ser comparada con los problemas de habitabilidad y derechos fundamentales de calidad de vida que el ser humano goza actualmente.

5.4 Reflexiones finales

La identificación y organización de las AVU de la ciudad de Morelia fue el primer paso que éste trabajo trata de aportar para el desarrollo de una política de mejora en el diseño, condición y dotación de AVU funcionales. El trabajo ha revelado la falta de visión que se tiene sobre estos espacios, apreciándolos como elementos residuales ante el crecimiento acelerado de la ciudad. Su papel se vuelve determinante con las tendencias de población actual, estableciendo estas áreas como elementos estratégicos para mejorar la planeación de las ciudades. Su acceso es símbolo de igualdad de condiciones de vida y guía en la sostenibilidad urbana.

La necesidad de información para entender la condición actual de estos espacios deberá ser mejorada, con la intención de detallar la información diagnóstico que se desprenda de grupos de trabajo más numerosos y representativos. Actualmente existen disponibles muchos recursos de agencias europeas y asiáticas (chinas principalmente), que han elaborado metodologías muy completas basadas en la interdisciplinariedad de conocimientos para la creación, diseño y mantenimiento de las AVU. Los resultados han sido sorprendentes, ya que las ciudades en donde han sido implementadas son centros de poder y económicos, lo que resalta la dominancia de una política basada en la densificación urbana. La participación de la sociedad interesada es crucial para instrumentar el conjunto de estrategias que se definan para alcanzar los objetivos de reverdecimiento de la ciudad.

Los parámetros de diseño de las AVU deben ser actualizados con la cantidad de información disponible en la literatura científica, y ampliar recursos con resultados de la ecología de la restauración. Éste trabajo considera vital la planeación de la integridad funcional de las AVU, resaltando en los resultados parámetros sobre las dimensiones mínimas del conjunto de áreas, especies vegetales deseables y mejora de la conectividad de las mismas. Estas acciones tienden a potencializar la provisión de servicios ambientales y mejorar las condiciones de la ciudad, las cuales se agravan con los cambios globales. Además, deberá de respetarse los atributos ecológicos que definen a la vegetación, con el fin de mejorar la dinámica funcional de los ecosistemas y disminuir la intervención humana, la cual representa costos importantes.

Una revisión de sistemas de financiamiento para lograr las metas anteriores es imprescindible para soportar los costos relacionados de su implementación. En la

ciudad existen esquemas de financiamiento para mantener las AVU, representando ejemplos que pueden ser analizados para su implementación a gran escala. El éxito de la política de reverdecimiento de las AVU deberá de ser totalmente congruente con otros proyectos urbanos. Sin embargo, esto no ha representado un reto en las ciudades que han implementado modelos paralelos de desarrollo, y que presentan retos urbanos más complejos.

El conjunto de acciones deberán culminar en una red verde, la cual integre el conjunto de espacios de la infraestructura verde. Éste modelo deberá de dirigir las acciones encargadas de la mejora de la calidad y cantidad de AVU.

La densificación de nuevas colonias deberá de ser atendida inmediatamente, ya que representa puntos críticos para aumentar la superficie verde. La pérdida del control sobre la ocupación urbana, podría afectar seriamente la dinámica ambiental de la ciudad, y lo cual se agravará con las tendencias ambientales y poblacionales.

La implementación de esquemas de AVU deberá de verse favorecida en áreas con una vulnerabilidad social alta. Esto permitirá disminuir el rezago y condiciones de inhabitabilidad de las colonias, a través de proyectos multivinculatorios alrededor de las AVU. A su vez, mejora la administración del uso de suelo y el impacto ambiental urbano.

Bibliografía

- Adriaensen, F., Chardon, J.P., De Blust, G. (2003). "The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model". *Landscape and Urban Planning*, vol. 64, pp. 233-247.
- Agbenyega, O., Burgess, P.J., Cook, M., Morris, J. (2009). "Application of an ecosystem function framework to perceptions of community woodlands". *Land use policy*, vol. 26, pp. 551-557.
- Agudelo, L. (2010). "Indicadores de sostenibilidad y ordenación del territorio, huella ecológica y ecosistemas estratégicos de Medellín, Colombia", en L. Agudelo (autor). *La ciudad sostenible: dependencia ecológica y relaciones regionales: un estudio de caso en el área metropolitana de Medellín, Colombia*, Facultad de arquitectura, pp. 63-72.
- Alberti, A. (2008). "**Advances in Urban ecology, integrating humans and ecological processes in urban ecosystems**". Springer Science+Business media, LLC, Nueva York, USA, pp. 366.
- Allen, W. y Meurk, C. (2011). "Conserving urban biodiversity? Creating green infrastructure is only the first step". *Landscape and urban planning*, vol. 100, pp. 369-371.
- Antaramián, H.E., y García, E.O. (2005). "El uso de la teledetección en la cuantificación de áreas verdes urbanas en Michoacán". *Ciencia Nicolaita*, vol. 40, pp. 55-66.
- Ávila, P. (1991). "Estudio preliminar sobre el deterioro socioambiental en Morelia", en G. López (coordinador). *Urbanización y desarrollo en Michoacán*, El Colegio de Michoacán, México, pp. 233-260.
- Ávila, P. (1998). "Nuevas tendencias de urbanización y problemática urbana en una ciudad media: el caso de Morelia", en V. Muro (coordinador), *Ciudades provincianas de México: crisoles de cambio*. El Colegio de Michoacán, México, pp. 283-296.
- Ávila, P. (2004). "Especulación del suelo y deterioro socioambiental en la ciudad de Morelia", en C. Ettinger y A. Irecheta., *Hacia la sustentabilidad en barrios y centros históricos*. SUMA-UMSNH-Red Mexicana de ciudades hacia la sustentabilidad, México, pp. 39-53.
- Ávila, P. (2007). "**Agua, ciudad y medio ambiente, una visión histórica desde Morelia**". Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de

- Desarrollo Social y Honorable Ayuntamiento de Morelia/Observatorio Urbano de Morelia, México, pp. 185.
- Ayuntamiento de Lleida, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Unión Internacional de Arquitectos (UIA), Ministerio de Asuntos Exteriores de España. (1999). "*Ciudades intermedias y urbanización mundial*", pp. 168.
- Bai, X., Salk, D., Brag, T., Douglas, I., Elmquist, T., Rec, W., Sattertulawaite, D., Songsore, J., y Zlotnik, H. (2005). "Urban systems", en Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being*. Vol I., Current state and trends, pp. 795-825.
- Ballester-Olmos, J.F. y Morata, C.A. (2001). "**Normas para la clasificación de espacios verdes**". Universidad Politécnica de Valencia, España, pp. 206.
- Barbosa, O., Tratalo, J., Armsworth, P., Davies, R., Fuller, R., Johnson, P. y Gaston, K. (2007). "*Who benefits from access to green space? A case study from Scheffield, UK*". Landscape and urban planning, vol. 87, pp. 187-195.
- Barton, H. (2009). "*Land use planning and health, and well-being*". Land use policy, vol. 265, pp. 115-123.
- Baycan-Levent, T. y Nijkamp, P. (2009). "*Planning and management of urban green spaces in Europe: comparative analysis*". Journal of urban planning development, vol. 135, núm. 1, pp. 1-12.
- Bell, V., Hamilton, V., Montarzino, A., Rothnie, H., Travlou, P. y Alves, S. (2008). "*Greenspace Scotland research report. Greenspace and quality of life: a critical literature review*". Greenspace Scotland, Londres, pp. 75.
- Bolund, P. y Hunhammar, S. (1999). "*Ecosystem services in urban areas*". Ecological economics, vol. 29, pp. 293-301.
- Carbo-Ramírez, P., Zuria, I. (2011). "*The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city*". Landscape and urban planning, vol. 100, pp. 213-222.
- Caula, S., Marty, P., Martín, J.L. (2008). "*Seasonal variation in species composition of an urban bird community in Mediterranean France*". Landscape and urban planning, vol. 87, pp. 1-9.
- Chiesura, A. (2004). "*The role of urban parks for the sustainable city*". Landscape and Urban Planning, vol. 68, pp. 129-138.
- Chuvieco, E. (2002). "**Teledetección ambiental, la observación de la tierra desde el espacio**". Ariel ciencia, España, pp. 586.

- Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán (CDUEM). 2007
- Conway, T. (2006). "Can broad land use policies maintain connections between protected green spaces in urbanizing landscape?". *Landscape journal*, vol. 25, pp. 2-6.
- Costanza, R., d'Arge, R., deGroot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997). "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature*, vol. 387, pp. 253-260.
- Correa, C. (2012). "**Análisis del cambio en la conectividad del paisaje (1971-2008) de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán como marco para la identificación de escenarios de conservación**". Tesis de maestría en Geografía – Orientación en manejo integrado del paisaje, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 142.
- Davies, R., Barbosa, O., Fuller, R., Tratalos, J., Burke, N., Lewis, D., Warren, P. y Gaston, K. (2008). "City-wide relationships between green spaces, urban landscape and topography". *Urban ecosystem*, vol. 11, pp. 269-287.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. y Willemen, L. (2010). "Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making". *Ecological complexity*, vol. 7, pp. 260-272.
- Department for Transport, Local Government and the Regions (DLTR), (2002). "Green spaces, better places". Final report of the urban green spaces Taskforce, Londres, pp. 94.
- Dirección de biodiversidad del departamento de Ordenación de territorio y medio ambiente (DBDOTMA). 2003. *Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Gobierno Vasco, España, pp. 29.
- Dirección de Parques y Jardines del Municipio de Morelia (DPJMM). Informe de gobierno 2011. Morelia, Michoacán, pp. 5.
- Dirección de Patrimonio del Municipio de Morelia, (2009). "Análisis de las áreas verdes registradas en el inventario de los bienes inmuebles, 2009". Morelia, Michoacán.
- División de Información y Relaciones Externas del Fondo de Población y Vivienda de la Organización de las Naciones Unidas (ONU–UNFPA)(2007). **Estado de la población mundial 2007**. Nueva York, pp. 106.

- División de Información y Relaciones Externas del Fondo de Población y Vivienda de la Organización de las Naciones Unidas (ONU–UNFPA)(2011). “**Estado de la población mundial 2011**”. Nueva York, pp. 124.
- Dobbs, C., Escobedo, F. y Zipperer, W. (2011). “*A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators*”. *Landscape and urban planning*, vol. 99, núm. 1, pp. 196-206.
- Fisher, B. y Turner, K.R. (2008). “*Ecosystem services: classification for valuation*”. *Biological conservation*, vol. 141, pp. 1167-1169.
- Garza, G. (2002). “*Evolución de las ciudades mexicanas en el siglo XX*”. *Revista de información y análisis*, vol. 19, pp. 7-16.
- Gómez, F., Jabaloyes, J. y Vañó, E. (2004). “*Green zones in the future of urban planning*”. *Journal of urban planning and development*, vol. 130, núm. 2, pp. 94-100.
- Gorffenaf, (2002). “Developing standards for accessible natural greenspace in towns and cities”. *Cyngor Coín Gwland Cymru Countryside Sownsil for Wales*, Londres, pp. 37.
- Graizbord, B. (2007). “*Megaciudades, globalización y viabilidad urbana*”. *Investigaciones geográficas*, vol. 63, pp. 125-140.
- Greenspace Scotland. (2008). “**Health impact assessment of greenspace. A guide**”. Helath Scotland, greenspace Scotland y Institute of occupational medicine, Londres, pp. 80.
- Grimm, N., Faeth, S., Golubiewsky, N., Redman, C., Wu, J., Bai, X., Briggs, J. (2008). “*Global change and the Ecology cities*”. *Science*, vol. 319, pp. 756-760.
- Grove, M. y Burch, W. (1997). “*A social ecology approach and applications of urban ecosystem and landscape analysis: a case of study of Baltimore, Maryland*”. *Urban ecosystems*, vol. 1, pp. 259-275.
- Heidt, V. y Neef, M. (2008). “Benefits of urban green space for improving urban climate”, en Carreiro, M.M., Song, Y.C. y Wu, J. *Ecology, planning, and management of urban forest*. Springer, Estados Unidos de Norte América, pp. 84-96.
- Hernández, R. (1991). “El desarrollo del capitalismo y la urbanización de Morelia, 1940 – 1980”, en G. López (coordinador). *Urbanización y desarrollo en Michoacán*. El Colegio de Michoacán, México, pp. 261-286.

- Hernández, J. y Vieyra, A. (2010). "*Riesgo por inundaciones en asentamientos precarios del periurbano. Morelia, una ciudad Mexicana. ¿El desastre nace o se hace?*". Revista de Geografía, Norte Grande, vol. 47, pp. 45-62.
- Hernández, J. (2011). "**Inundaciones y precariedad: adaptación y respuesta e la zona peri-urbana de la ciudad de Morelia, Michoacán**". Tesis de doctorado en Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 292.
- Howarth, R. y Farber, S. (2002). "*Accounting for the value of ecosystem services*". Ecological economics, vol. 41, pp. 421-429.
- Jacobi, P. (1994). "Causas recientes del crecimiento urbano actual de América Latina y las tendencias a corto plazo". en A. Puncel. *Las ciudades de América Latina: problemas y oportunidades*. Colección Oberta, Universidad de Valencia, España, pp. 73-80.
- James, P., Tzoulas, K., Adams, M., Barber, A., Box, J., Breuste, J., Elmqvist, T., Frith, M., Gordon, C., Greening, K., Handley, J., Haworth, S., Kazmierczak, A., Johnston, M., Karpela, K., Moretti, M., Niemelä, J., Pauleit, S., Roe, M., Sadler, J. y Ward, C. (2009). "*Towards an integrated understanding of green space in the European built environment*". Urban forestry & urban greening, vol. 8, pp. 65-75.
- Jim, C. y Chen, S. (2003). "*Comprehensive greenspace planning base don landscape ecology principles in compact Nanjing city, China*". Landscape and Urban Planning, vol. 65, pp. 95-116.
- Jim, C. (2004). "*Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities*". Cities, vol. 21, núm. 4, pp. 311-320.
- Jim, C. y Chen, W. (2006). "*Perception and attitude of residents toward urban GE in Guangzhou*". Environmental management, vol. 38, núm. 3, pp. 338-349.
- Jim, C. y Chen, W. (2009). "*Ecosystem services and valuation of urban forest in China*". Cities, vol. 26, pp. 187-194.
- Jordán, R. y Martínez, R. (2009). "**Pobreza y precariedad urbana en América Latina y el Caribe. Situación actual y financiamiento de políticas y programas**". Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de la Organización de Naciones Unidas (ONU), Santiago de Chile, Chile, pp. 130.
- Jordan, R. y Simioni, D. (1998). "**Ciudades intermedias de América Latina y el Caribe: propuestas para la gestión urbana**". Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de la Organización de Naciones Unidas (ONU), Affari Esteri, Italia, pp. 450.

- Kong, F., y Nakagoshi, N. (2006). "*Spatial-temporal gradient analysis of urban Green spaces in Jinan, China*". *Landscape and Urban Planning*, vol. 78, pp. 147-164.
- Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., Zong, Y. (2010). "*Urban green space network development for biodiversity conservation: identification based on graph theory and gravity modeling*". *Landscape and urban planning*. 95: 16-27.
- Lang, S., Schöpfer, E., Hölbling, D., Blaschke, T., Moeller, M., Jekel, T. y Kloyber, E. (2008). "Quantifying and qualifying urban green by integrating remote sensing, GIS, and social methods", en I. Pretrosillo, F. Müller, K. Jones, G. Zurlini, K. Krauze, S. Victorov, B.L. Li, W. Kepner (editores). *Use of landscape sciences for the assessment of environmental security*. Springer, Netherlands, pp. 93-105.
- León, J. (2008). "**Las áreas verdes urbanas en las ciudades de Michoacán: estructura, tipología y criterios para su planeación y diseño**". Tesis de Doctorado en Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 408.
- Li, F., Wang, R. y Paulussen, J. (2005). "*Comprehensive concept planning of urban greening based in ecological principles: a case study in Beijing, China*". *Landscape and urban planning*, vol. 72, pp. 325-336.
- Lo, A.Y.H., y Jim, C.Y. (2010). "*Differential community effects on perception and use of urban greenspaces*". *Cities*, vol. 27, pp. 430-442.
- Loram, A., Tratalos, J., Narren, P. y Gaston, K. (2006). "*Urban domestic gardens (X): the extent & structure of the resource in five major cities*". *Landscape ecology*, vol. 22, pp. 601-615.
- Mahmoud, A. H. A. y El-Sayed, M.A. (2011). "*Development of sustainable urban green areas in Egyptian new cities: The case of El-Sadat city*". *Landscape and Urban Planning*, vol. 101, pp. 157-170.
- Mas, J., Ramírez, I. (2011). "Percepción Remota: conceptos básicos y técnicas de análisis recientes", en F. Bautista (editor). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Instituto Nacional de Ecología. Segunda Edición, México, pp. 455-482.
- McConnachie, M. y Shackleton, C. (2010). "*Public green space inequality in small towns in South Africa*". *Habitat international*, vol. 34, pp. 244-248.
- McGarigal, K., Marks, B.J. (1995). "**FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure**". General Technical Report PNW-GTR-351. Pacific Northwest Research Station, USDA-Forest Service, Portland.

- Miller, J. (2008). "Conserving biodiversity in Metropolitan landscapes". *Landscape journal*, vol. 27, pp. 1-8.
- Millward, A. y Sabir, S. (2011). "Benefits of a forested urban park: What is the value of Allan Gardens to the city of Toronto, Canada?" *Landscape and urban planning*, vol. 100, pp. 177-188.
- Morancho, A. (2003). "A hedonic valuation of urban green areas". *Landscape and urban planning*, vol. 66, pp. 35-41.
- Niemelä, J., Rikka, S., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Väre, S. y Katze, J. (2010). "Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study". *Biodiversity conservation*, vol. 19, pp. 3225-3243.
- Ong, B. (2003). "Green plot ratio: an ecological measure for architecture and urban planning". *Landscape and Urban Planning*, vol. 63, pp. 197-211.
- Opdam, P. y Streingröver, E. (2008). "Designing metropolitan landscapes for biodiversity". *Landscape journal*, vol. 27, pp. 1-8.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), (2000). "**De la urbanización acelerada a la consolidación de los asentamientos humanos en América Latina y el Caribe: el espacio regional**". Conferencia Regional de América Latina y el Caribe preparatoria para el periodo extraordinario de sesiones de la Asamblea General de la aplicación del Programa Hábitat . Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, (HABITAT). Santiago de Chile, pp. 99.
- Ostrom, E. (2000). "**El gobierno de los bienes de comunes**". Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias y Fondo de Cultura Económica, México, pp. 403.
- Pasaogullari, N. y Doratli, N. (2004). "Measuring accessibility and utilization of public spaces in Famagusta". *Cities*, vol. 21, núm. 3, pp. 225-232.
- Pawiwicz, J. (2010). "Influence of green areas of urban landscape". *Technical sciences*, vol. 13, pp. 113-119.
- Pickett, S., Burch, W., Dalton, S., Foresman, T., Grove, M. y Rowntree, R. (1997). "A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas". *Urban ecosystem*, vol. 1, pp. 185-199.
- Pincetl, S. y Gearin, E. (2002). "The reinvention of public green space". *Urban Geography*, vol. 26, pp. 265-384.

- Pinto, J. (2002). **"Urbanización, redistribución espacial de la población y transformación socioeconómicos para América Latina"**. Fondo de población de las Naciones Unidas (CEPAL), Proyecto Regional de Población 2000-2003. Santiago de Chile, pp. 18.
- Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2008 – 2011. Morelia, Michoacán, pp. 127.
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia (PDUCCPM). 2010. Morelia, Michoacán, pp. 198.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU–HABITAT) (2011). **"Estado de las ciudades en México, 2011"**. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), México, pp. 51.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU–HABITAT-B) (2011). **"Las ciudades y el cambio climático: orientaciones políticas"**. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), Río de Janeiro, Brasil, pp. 66.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos ONU–HABITAT) (2012). **"Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012, rumbo a una nueva transición urbana"**. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), Brasil, pp. 190.
- Pulido, N. (2003). *"Globalización y surgimiento de ciudades intermedias en América Latina y en Venezuela"*. Revista Geográfica venezolana vol. 45, núm. 1, pp. 91-121.
- Qureshi, S., Breuste, J. y Lindley, S. (2010). *"Green space functionality along an urban gradient in Karachi, Pakistan: A socio-ecological study"*. Human Ecology, vol. 38, pp. 283-294.
- R Development Core Team (2008). "R: A language and environment for statistical computing". R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Randall, T., Churchill, C. y Baetz, B. (2003). *"A GIS – based decision support system for neighbourhood greening"*. Environment and planning B: Planning and design, vol. 30, pp. 541-563.
- Reglamento para las áreas verdes del municipio de Morelia, Michoacán. 2005. H. Ayuntamiento constitucional de Morelia, Michoacán, pp. 12.
- Reyes, S. y Figueroa, I. (2010). *"Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes urbanas en Santiago de Chile"*. Revista Eure, vol. 36, núm. 109, pp. 89-110.

- Romero, H. y Vásquez, A. (2005). "Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas de piedemonte andino de Santiago de Chile". *Revista eure*, vol. 31, núm. 94, pp. 97-118.
- Ruíz, C. (1999). "La economía y las modalidades de la urbanización en México: 1940-1990". *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. 2, núm. 5, pp. 1-24.
- Sánchez, R. (2007). "Urbanización, cambios globales en el ambiente y desarrollo sustentable en América Latina", en R. Sánchez y A. Bonilla. *Urbanización, cambios globales en el ambiente y desarrollo sustentable en América Latina*. IAI, INE, UNEP. Sao Paulo, Brasil, pp. 7-32.
- Sandström, U.G., Andelstam, P., Mikusinski, G. (2006). "Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space". *Landscape and urban planning*, vol. 76, pp. 39-53.
- Sandström, U.G. (2002). "Green infrastructure planning in urban Sweden". *Planning practice&research*, vol. 14, núm. 4, pp. 373-385.
- Savard, J.P., Clergeau, P. y Mennechez, G. (2000). "Biodiversity concepts and urban ecosystems". *Landscape and urban planning*, vol. 48, pp. 131-142.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente y Universidad Michoacán de San Nicolás Hidalgo (SDUMA-UMSNH), (2009). "Inventario forestal urbano del municipio de Morelia, Michoacán (primera etapa centro histórico)". Morelia, Michoacán, pp. 8.
- Secretaría del Desarrollo Social (SEDESOL), (2004). "**Delimitación de las zonas metropolitanas de México**". Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, pp. 110.
- Smith, R., Gaston, K., Warren, D. y Thomson, P. (2005). "Urban domestic gardens (V): relationships between landcover composition, housing and landscape". *Landscape ecology*, vol. 20, pp. 235-253.
- Simmons, M. y Heymann, P. (2010). "Toward ecosystem services as a basis for design". *Landscape journal*, vol. 29, pp. 107-123.
- Sinemillioglu, M., Akin, C., Karacay, N. (2010). "Relationship between green areas and urban conservation in historical areas and its reflections: case of Diyarbakir city, Turkey". *European planning studies*, vol. 18, núm. 5, pp. 775-789.
- Sobrino, J. (2011). "**La urbanización en el México contemporáneo**". Reunión de expertos sobre: población, territorio y desarrollo sostenible, Santiago de Chile, pp. 20.

- Soleck, W. y Welch, J. (1995). "Urban parks: green spaces or green walls?". *Landscape and urban planning*, vol. 32, pp.93-106.
- Stähle, A. (2010). "More green space in a denser city: Critical relations between user experience and urban form". *Urban design international*, vol. 15, núm. 1, pp. 47-67.
- Takano, T., Nakamura, K. y Watanube, M. (2002). "Urban residential environments and senior citizen's longevity in megacity areas: the importance of warkable green spaces". *Journal of epidemiology and community health*, vol. 56, pp. 913-918.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkohen, V., Kaz'mierczak, A., Niemela, J. y James, P. (2007). "Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature review". *Landscape and urban planning*, vol. 81, pp. 167-178.
- Van Herzele, A. y Wiedemann, T. (2003). "A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces". *Landscape and urban planning*, vol. 63, pp. 109-126.
- Vargas, G. (2008). "Caracterización física de la región de Morelia, recursos naturales y deterioro ambiental, Capítulo II", en *Urbanización y configuración territorial en la región de Valladolid-Morelia 1541-1991*. Morevallo, México, pp. 69-309.
- Vieyra, A. y Larrazábal, A. (2009). "Urbanización y precariedad urbana en la Ciudad de Morelia, Michoacán, México". XII Encuentro de Geógrafos de América Latina. 3-7 Abril. Universidad de la República. Monte Video, Uruguay.
- William, F., Laurance, D., Useche, C., Rendeiro, J., Kalka, M., Bradshaw, C., Sloan, S., Laurance, S., Campbell, M., et al. (2012). "Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas". *Nature*, vol. 489, pp. 290-294.
- Winchester, L. (2008). "La dimensión económica de la pobreza y precariedad urbana en las ciudades latinoamericanas. Implicaciones par alas políticas del hábitat". *Revista Eure*, vol. 34, núm. 103, pp. 27-47.
- Wong, N.H. y Yu, C.,(2005). "Study of Green areas and urban heat island in a tropical city". *Habitat International*, vol. 29, pp. 547-558.
- Xu, X., Duan, X., Jun, H. y Jun, Q. (2011). "Green spaces changes and planning in the capital region of China". *Environmental management*, vol. 47, pp. 456-467.
- Young, R. (2010). "Managing municipal green spaces for ecosystem services". *Urban forestry & urban greening*, vol. 9, pp. 313-321.
- Zhang, L., Wang, H. (2006). "Planning ecological network of Xiamen Island (China)

using landscape metrics and network analysis". Landscape and urban planning, vol. 78, pp. 449-456.

Zhou, X. y Wang, Y. (2011). "*Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies*". Landscape and urban planning, vol. 100, pp. 268-277.

Zhuang, Y., Yin, H., Kong, F., Fan, F. (2011). "*Developing green space ecological networks in Shijiazhuang city, China*". IEEE. Sin número y páginas. Copy right 978-61284-848-8/11

Zipperet, W., Wu, J., Pouyat, R. y Pickett, S. (2000). "*The application of ecological principles to urban and urbanizing landscapes*". Ecological applications, vol. 10, núm. 3, pp. 685-688.

- Referencias hemerográficas

Álvarez B. 2011. *Crecimiento urbano, principal problema de Morelia*. Cambio de Michoacán (Morelia). 18/05/2011. Sección Morelia.

<http://www.cambiodemichoacan.com.mx/vernota.php?id=149747>

Ávila P. 2010. El nuevo decreto de La Loma de Santa María, un atentado al patrimonio natural de Morelia. La Jornada

<http://www.lajornadamichoacan.com.mx/2010/01/20/index.php?section=municipios&article=009n1mun>

- Referencias de internet

Instituto de Geografía y Estadística. 2010.

<http://www.inegi.gob.mx/sistemas/mexicocifras/img/xls.gif>

Real Academia de la Lengua Española.

<http://www.rae.es/rae.html>

Anexos

Tabla A. Observaciones de campo.

Clave	Colonia	Calles	Área (m ²)	Tipo de AV	Descripción de la vegetación	Descripción del equipamiento	Observaciones
42	Los Pinos	Circuito Pino Humboldtzi	1609.00	Áreas semi-naturales	Área cubierta con pasto descuidado, distribuido homogéneamente. El área esta rodeada con una franja de árboles de gran altura. Otra línea de árboles divide el área por la mitad. Existen algunos árboles en estado juvenil.	Presenta cuatro lámparas de iluminación en malas condiciones. Hay poca basura en el área.	La vegetación existente necesita mayor atención y aumentar la densidad arbórea y de plantas.
498	Ampliación Ana María Gallaga	Circuito Luis Méreles	4142.88	Jardines, parques o terrenos privados	Área arbolada de baja densidad en el centro y de mayor densidad en los extremos. Toda el área se encuentra cubierta por pasto en buen estado y algunas plantas de ornato y frutales dispersados en el área.	Existe un área pequeña con juegos infantiles en regular-buen estado. Carece de bancos, senderos e iluminación directa, al contar con a indirecta de la luz pública del circuito.	Aunque el área tiene un buen tamaño, solo es accesible para colonos del fraccionamiento.
319	Niños Héroes	Cornelio Ortiz de Zarate	1502.78	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto en mal estado. Solo cuenta con una línea de árboles pequeños.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	La localización del área verde hace que la atención por parte de los vecinos sea innecesaria. Necesita incrementar la densidad de árboles y plantas. Se encuentra planta de Telmex.
423	Colonial Morelia	Circuito Fruticultores	1762.56	Jardines, parques o terrenos privados	El área presenta plantas y árboles a su alrededor de mediana densidad. Una parte se encuentra ajardinada y tiene un pequeño andador que recorre el jardín.	Su función principal es la de cancha de futbol, encontrándose dos porterías. El área esta dotada de tres lámparas y un bote de basura. Carece de bancos.	Mejorar el estado de la vegetación existente y mejorar la densidad de plantas y arboles, así como los senderos dentro del área

160	Cundagua		1696.00	Áreas semi-naturales	Área densamente arbolada por individuos de gran tamaño. Una superficie pequeña se encuentra sin árboles y esta cubierta por pasto.	Esta provista de cuatro bancas, andadores y una área para realizar otro tipo de actividades.	El buen estado del área se explica por el cuidado que los vecinos tienen sobre el área, además de que se encuentra en una zona residencial
		Circuito Roció					
CD2	Chapultepec	Bulevar García de León	45044	Vías verdes	Áreas densamente arboladas con individuos de gran tamaño. Algunas áreas están ajardinadas con plantas de ornato. El cuidado de la vegetación disminuye conforme el andador se vuelve mas pequeño.	La parte mas ancha cuenta con andadores, ciclista, iluminación, botes de basura, áreas de acceso para personas con discapacidad y bancos. Las áreas mas pequeñas carecen del anterior equipamiento.	Incorporar el equipamiento de las áreas mas anchas en las áreas de menor área, funcionando como un corredor peatonal. Mejorar el estado de la vegetación en estas zonas
116	Colinas del Sur	Palma, Ébano y Eucalipto	4907	Jardines y parques públicos	Franja de arboles de gran tamaño y de poca densidad en una orilla del área. La superficie se encuentra cubierta por pasto en mal estado. El área verde se ha reducido por la presencia de las nuevas instalaciones.	Cancha de basquetbol, área para patinetas, juegos para niños que cubren la mayor parte del parque, tanque elevado, aparatos tipo gimnasio, iluminación, botes de basura, bancos, mesas y sillas, andadores, sala de usos múltiples y baños (cerrados).	Área restaurada por el programa federal "Recuperación de Espacios públicos". Cercada y administrada por un grupo vecinal. La entrada cuesta 4 pesos, utilizados para la seguridad y mantenimiento.
114	Colinas del Sur	Roble, Granadillo y Ébano	1500	Jardines y parques públicos	Área cubiertas con poco pasto y en mal estado. Esta provistos de pinos que se encuentran en uno de los lados del área verde y otra que se encuentra en el centro del área. Una esquina contiene un pequeño jardín en mal estado.	El área esta delimitada con malla ciclónica, la cual ha sido dañada y destruida para acceder forzosamente. Presenta cuatro lámparas de iluminación. Cuenta con 3 bancos en mal estado.	El área esta llena de basura, cubierta de suciedad de perros y colillas de cigarro. Luce muy deteriorada.

A1	Lomas de la Joya	Alejandrina	5099	Áreas semi-naturales	Loma cubierta densamente por plantas y existen algunos árboles de gran altura, creciendo en condiciones de terreno baldío.	Sin equipamiento asociado al no ser considerado como área verde	El área colinda con un límite de río. El área tiene una alta pendiente y con muchas rocas. Se comenta por vecinos la extensión de algunas casas colindantes sobre estas zonas.
115	Colinas del Sur	Caulote, Álamo y Avenida del Árbol	2591.43	Jardines y parques públicos	Área arbolada de mediana densidad, y con pocas plantas de ornato en la superficie.	El área cuenta con un kiosco, salón de usos múltiples, biblioteca y área con juegos para niños. Al interior del área existen andadores.	El área necesita mantenimiento.
841	Lomas del Sur primera etapa	Loma del Molino	1876.11	Jardines, parques o terrenos privados	El área se encuentra recién reforestada con pocos árboles en las orillas.	Delimitada con alambre de púas y presenta dos lámparas en buen estado.	Colinda con el paso de un río. Al ser un fraccionamiento nuevo, esta y otra área verde se encuentran a penas con vegetación.
A2	Periférico Paseo de la República	No tiene	11394	Jardines y parques públicos	Área ajardinada con especies ornamentales, pasto y grandes árboles. Toda la vegetación del área se encuentra en buen estado.	El área cuenta con andadores, bancos, iluminación, área con equipo para gym, botes de basura, cascadas artificiales y fuente.	El área se encuentra sobre una colina y es altamente visitado.
A3	Periférico Paseo de la República	No tiene	14392	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto en buen estado, especies ornamentales y árboles de gran altura en toda el área. Toda la vegetación esta en buen estado.	Cuenta con cabañas con sillas y bancos, algunas tienen asador; andadores, botes de basura y bancas. También hay un área con baños abiertos.	El área tiene un costo de recuperación de 5 pesos. Es lugar de reunión de grupos musicales de norteño. El área recibe el nombre de "Centro recreativo Santa Cecilia"

20	Leandro Valle. Comienza en Mirador del Quince y termina en 23 de Marzo	Ducto PEMEX	30927.05	Vías verdes	Vegetación en condición de terreno baldío, con muy pocos árboles. El área contará con una zona de reforestación. Se han introducido plantas de ornato y se han adaptado jardinerías en algunas partes.	El área está siendo construida, y contará con andadores, ciclista, plaza, banquetas, áreas de juegos infantiles, cancha de usos múltiples, cancha de fútbol e iluminación.	El área es visitada por usuarios de diversas colonias. El área forma parte del proyecto con el gobierno federal denominado "Parque lineal Bicentenario". El área pasa sobre un ducto de PEMEX.
A4	Fray Antonio de San Miguel Iglesias	Boulevard Fray Antonio de San Miguel Iglesias, Mezquite, Fresno y Obispo de Acueducto	5543	Jardines y parques públicos	Pasto descuidado rodea toda la superficie dedicada a áreas verdes. Árboles de gran altura rodean el área verde. Estos son muy pocos y existe mayor densidad en ciertos lados del área. Cuenta con un área ajardinada con plantas de gran altura.	Presenta iluminación, amplios andadores de piedra suelta, 8 bancos, área con juegos para niños, un pequeño puente y una cancha de basquetbol. El área presenta dos áreas de estacionamiento.	El área luce descuidada en la superficie verde y juegos infantiles, por lo que se requiere mantenimiento en estas zonas.
A5	Rincón de Ocolusen	Olivo, Ébano y Pirul	2071	Jardines, parques o terrenos privados	Cubierta por pasto en mal estado. Una franja densa de árboles de pino rodea al área. Los demás lados presentan muy pocos árboles. Todos los individuos de árboles de gran tamaño.	El área está dedicada principalmente a una cancha de fútbol, la cual tiene dos porterías.	El área luce descuidada en la superficie verde, por lo que se requiere mantenimiento en estas zonas.
274	Rincón de Ocolusen	Olivo y Ébano	4372.95	Jardines, parques o terrenos privados	Área con árboles de mediana densidad. Toda el área está cubierta por pasto en condiciones de descuido.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Dentro del área se encuentra un tanque elevado. No tiene accesos definidos, aunque no es difícil ingresar al área.
28	Del Periodista	Boulevard Fray Antonio de San Miguel Iglesias, Mezquite, Fresno y Obispo de Acueducto	7036	Jardines y parques públicos	Área descuidada con un pequeño jardín. Presenta algunos árboles de mediana altura reforestados en una parte del área. Toda la vegetación crece en condiciones de un terreno baldío.	Juegos para niños, una cancha de basquetbol y un andador para trote.	Es inaccesible al tener solo una entrada al rincón del área. El área presenta basura y está sumamente descuidada. La superficie se reduce por la cancha y el

							andador.
CD4	Fray Antonio de San Miguel Iglesias	Boulevard Fray Antonio de San Miguel Iglesias, Mezquite, Fresno y Obispo de Acueducto	25156	Vías verdes	Área arbolada con pasto. Algunas partes están mas densamente llenas de árboles que otras. En general la vegetación se encuentra en buen estado.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Buen tamaño de ancho.
27	Del Periodista	Prensa	3746	Áreas naturales	Vegetación silvestre de bosque, compuesta principalmente por árboles adultos de gran altura. También cuenta con área ajardinada con plantas ornamentales y pasto en el acceso principal al área.	Senderos, botes de basura, caseta de vigilancia, bodega y bancos. Esta rodeado con malla ciclónica y se mantiene abierto de 8 a 18 horas.	El área representa la entrada al parque Francisco Zarco
19	Leandro Valle	Av. Víctor Hugo	11180	Vías verdes	Área con poco pasto en mal estado y muy pocos árboles. Otras áreas presentan mayor cantidad de árboles. La mayor parte de los pedazos que forman el camellón esta desprovista de vegetación.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Pasan líneas de alta tensión sobre toda el área verde.
154	Eduardo Ruíz	Av. Pedregal, Parque Nacional de Uruapan, Astronómica, Río Cupatitzio	3276	Jardines y parques públicos	Área de media densidad de árboles de gran altura. Presenta áreas con pasto, pero la mayoría esta seco.	El área esta equipada con juegos infantiles, equipo tipo gimnasio, andadores, botes de basura, bancas, mesas para práctica de ajedrez, iluminación, kiosco con mesa y bancas. También tiene baños que no están abiertos. Acceso para personas con discapacidad.	El área esta dentro del programa federal de Recuperación de espacios públicos. En el parque también se apreció basura. Se necesita mas mantenimiento en las áreas ajardinadas y servicio de recolección de basura.

1578	Ignacio Zaragoza	Subteniente Miguel González y Capitán Evaristo Cabrera	3533.31	Jardines, parques o terrenos privados	Árboles de gran altura y vegetación especial para la absorción de residuos de aguas negras.	Cercada con malla ciclónica.	El área pertenece a OOAPAS, y se utiliza como planta tratadora de aguas residuales. A lado se encuentra la construcción de un parque y una zona de inundación para arrojar las aguas.
583	León Guzmán	Tenango del Valle	2084.98	Jardines, parques o terrenos privados	Área con poco pasto y plantas ornamentales en mal estado. Cuenta solo con una línea de árboles exterior.	Cuenta con juegos infantiles maltratados y cuenta con 4 bancas.	El área esta descuidada y en general presenta mal estado. Se apreció basura.
354	Solidaridad	Félix Ireta, Tratado de Libre Comercio, Primera privada de Tratado de Libre Comercio y Nicolás Bravo	2096.35	Jardines y parques públicos	Área con poco pasto en mal estado y casi seco en toda el área. Se aprecian pocos árboles de mediana altura.	Cuenta con 6 bancas, 6 lámparas, andadores y un área con un columpio y resbaladilla.	El área luce descuidada, con poca vegetación.
1585	Ampliación Solidaridad	Janitzio y Zitacuaro	1622.59 (no corresponde medidas)	Jardines y parques públicos	Área con un pequeño jardín acondicionada por los vecinos, lo demás presenta pasto en mal estado.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	El área ha sido rellenada por los vecinos, ya que próximo al área se encuentra una loma. El área también esta invadida por una casa. También se apreció basura en el área.
352	Solidaridad	Ing. Luis Martínez Villicaña, Tratado Libre de Comercio y Anastacio Bustamente.	3089.42	Áreas semi-naturales	Área a desnivel con rocas grandes y hierba. El terreno se encuentra en estado baldío.	Se apreció un sendero de piedra y a los lados se encuentra una caseta de vigilancia del Estado y canchas deportivas.	El área presenta mucha basura y parece ser punto de reunión de drogadictos.

A6	Mártires de Uruapan	Guardia Nacional de Toluca, Guerrilleros de Paracho y Coronel Eugenio Ronda	1727	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto en mal estado, pocos árboles y solo un pequeño extremo del área esta ajardinada.	Presenta un andador.	En el área hay un tanque elevado de agua y se encuentra desatendida.
A7	Mártires de Uruapan	Guerrilleros de Guanajuato, Av. José María Orteaga y Guerrilleros de Paracho	1808	Jardines y parques públicos	Área arbolada de mediana densidad. Los individuos son de gran y mediana altura. Se aprecia gran cantidad de plantas de ornato en toda el área, y cubierta con poco pasto descuidado y en mal estado.	Una mesa con sillas en mal estado, y dos bancas, todo puesto por vecinos.	Dentro del área se encuentra una bodega con un domo y cercada con malla ciclónica. También es utilizada como estacionamiento por casas vecinas.
A8	Ejidal Francisco Villa	Maestra Luisa Román, Guillermo Prieto, Maestro Antonio Quiroz y Juan Álvarez	5763	Espacios cívicos	Pequeños jardines componen la plaza, cubiertos todos con pasto en buen estado. Pocos árboles se encuentran en el área, y estos son de mediana y gran altura.	El área cuenta con andadores, bancos, iluminación, kiosco, cancha de basquetbol, áreas con juegos para niños y fuentes.	Pasan rutas de transporte inmediatamente al área. Se sugiere incrementar la cobertura arbórea.
1439	Las Jacarandas	Guayacán	1766.07	Áreas seminaturales	Terreno reforestado con eucalipto y los individuos que componen el área son adultos y de gran altura. El área también tiene maleza y plantas espinosa.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	El área esta sumamente descuidada y no cuenta con algún tipo de equipamiento que permita su acceso. El terreno presenta parte del mismo en zona de pendiente media.
558	Santa Fe	15 de Septiembre 1533 y Santa Fe del Río	4719.91	Áreas seminaturales	La parte plana alta de la zona esta compuesta por maleza y pasto en mal estado. El área con pendiente es un área reforestada con eucalipto.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Dentro del área se encuentra un templo.

A9	Santa Fe	Camilo Velázquez	3037	Jardines y parques públicos	Solo un área presenta vegetación visualmente estética, con árboles de mediana altura y pasto descuidado. Las siguientes dos áreas mantienen maleza, con árboles recién reforestados. Las otras dos se mantienen como terrenos baldíos, invadidos por maleza y muy pocos árboles.	Solo una de las áreas tiene un sube y baja en malas condiciones.	Se toman las cuatro áreas por su cercanía inmediata una de la otra. Necesitan mejorar las condiciones de las demás áreas.
48	Los Ángeles	Acacias, Cedro y Pirul	3421.68	Jardines, parques o terrenos privados	El área tiene pasto en malas condiciones. El perímetro tiene muy pocos árboles de mediana altura.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Se encuentra templo y un pozo de agua de OAPAS. El área esta cercada y es utilizada como estacionamiento del templo.
49	Los Ángeles	Ciruelo, Tejocote, Zapote y Aguacate	5600	Jardines y parques públicos	Solo una pequeña parte cuenta con vegetación espinosa.	Dos porterías de fútbol, siendo la mayor parte del área utilizada para este fin.	En el área se encuentra una primaria y un jardín de niños. También se apreció basura. Animales se encontraban pastando en el área.
3	Lomas de Santiago	Purépecha	24482	Jardines y parques públicos	Área densamente arbolada, con muchas plantas de ornato en algunas partes del área. La superficie presenta poco pasto.	Cuenta con un kiosco, área de juegos, cancha de basquetbol y fútbol, iluminación y senderos que conectan al área.	El área se encuentra en una depresión, en el centro de la colonia, brindando una buena localización e integración al barrio. Algunas partes periféricas han sido invadidas, utilizadas como estacionamiento. Algunas áreas requieren atención.

376	Profesor Jesús Romero Flores	Trabajadores de telecomunicaciones y Circuito educadores mexicanos	3590 (no concuerda con polígono)	Jardines y parques públicos	Área cubierta con manchones de pasto en mal estado. Solo presenta dos lados con árboles de gran y mediana altura.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Sin atención, con escombros y basura.
A10	Buena Vista II	Fray Bernardino de Sahagún, Fray Sebastián de Aparicio y Francisco Javier Alegre	5671	Jardines y parques públicos	Áreas verdes cubiertas con pasto casi seco en ciertas partes. Existen pocos árboles.	Equipada con andadores, botes de basura, iluminación, caseta de vigilancia, área de usos múltiples, área con juegos para niños, área con aparatos tipo gimnasio, baños y bancos.	El área entró dentro del programa federal "Recuperación de espacios públicos". El área está cercada y tiene horario de acceso.
30	Nuevo Amanecer	La Cruz, Av. Eduardo Tresguerras y José Felipe Flores	2910	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto en mal estado. Cuenta con muy pocos árboles. Se han sembrado algunas plantas de ornato.	Cuenta con dos lámparas y una cancha de basquetbol.	Parte del área tiene escombros y basura, afectada por la construcción de la calle.
15	Valle Quieto	Valle de Morelia	1964	Áreas seminaturales	Área densamente arbolada en las esquinas y orillas. Esta cubierta de pasto en buen estado. El interior tiene sembrados pinos.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Se apreció poca basura, la intrusión de una banqueta de un vecino y un letrero vecinal que insta al cuidado del área.
14	Valle Quieto	Valle de Morelia, Valle de Huetamo y Valle de Guayangareo	1778	Áreas seminaturales	Área densamente arbolada en su periferia y extremos. La parte central presenta pasto en buen estado. En el área se encuentran también plantas de ornato y árboles recién plantados de 3 metros de altura aprox.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Ciertas partes con basura. El área en general tiene buen estado.

401	Ampliación Valle Quieto	Lisboa	7869.06	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto, con pequeñas zonas con jardines. El lado hacia la calle presenta la mayor densidad de árboles de mediana altura. En el interior se localizan pocos árboles. Parte del área se encuentra sin vegetación, en condiciones de terreno baldío.	Existe una cancha de basquetbol, un área de futbol, área de juegos para niños y equipo tipo gimnasio.	Existen áreas que requieren mayor atención para integrar todo el espacio. El área requiere mayor atención en algunas zonas verdes.
1	INFON AVIT La Colina	Av. Pedregal, Cantera y Arenisca	4653.98	Jardines y parques públicos	La vegetación esta descuidada, donde las plantas crecen como sitios baldíos, predominando hierba abundante. La mayor parte verde se encuentra en una pequeña colina, con piedras, y la vegetación se desarrolla sin atención. Se apreciaron pocos árboles de gran altura.	Juegos infantiles, canchas de basquetbol, áreas de patinaje, andadores, botes de basura, iluminación, baños (cerrados) y estacionamiento.	La vegetación de jardineras requiere mayor cuidado. Se apreció basura en el área. El espacio entró al programa federal de "Recuperación de espacios públicos". Dentro del área hay un tanque elevado.
69	INFON AVIT La Colina	Granito y Caliza	1747	Jardines y parques públicos	Área arbolada de mediana densidad, donde el tamaño de los individuos es de gran altura. Existen áreas sin vegetación, solo ciertas áreas tienen muy poco pasto. En general el estado de la vegetación en estas zonas es desfavorable.	Andadores, botes de basura, área con juegos para niños, canchas de basquetbol, mini auditorio, iluminación y estacionamiento.	El área entro dentro del programa del gobierno Federal "Recuperación de espacio públicos". Esta conectada con otra mini área verde por un andador arbolado.
768	Hacienda de San Diego	No tiene	1788.21	Jardines, parques o terrenos privados	Área con pasto en buen estado y árboles de ornato.	Presenta una resbalabilla y un columpio.	
523	Villas del Sol	Av. del Sol	2093.04	Jardines, parques o terrenos privados	Pasto maltratado cubre la superficie del camellón en forma de colina, al cual lo cruza una línea de árboles de tamaño mediano.	Tiene un andador que cruza el camellón y pequeñas placitas con bancas.	Es el camellón principal del fraccionamiento. El área conecta con una cancha de basquetbol y una pequeña área verde.

A12	No tiene	Avenida Río grande	60549	Áreas semi-naturales	Área densamente arbolada, con individuos jóvenes de mediana altura.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	El área corresponde a un proyecto municipal de arboretum.
26	INFONAVIT Plan de Ayala		2884	Jardines, parques o terrenos privados	Áreas con árboles y pasto que rodean al área. Algunas partes presentan mayor densidad de arboles. Los mismo sucede con la condición del pasto, algunas áreas tienen en mejor estado el pasto que otras.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Se localizan al final del fraccionamiento. Se apreció basura en algunas zonas.
398-399	Centro Histórico	Av. Acueducto, Calzada Ventura Puente y Licenciado Justo Mendoza	8826.5	Jardines y parques públicos	Área densamente arbolada cubierta con pasto. Toda la vegetación se encuentra en buenas condiciones. La parte central presenta jardines con plantas ornamentales. También en buen estado.	Museo, biblioteca, amplios andadores, juegos para niños, juegos mecánicos, mini lago artificial, baños, iluminación, bancos, botes de basura, internet, acceso discapacitados, área de patinaje, área de ciclismo, aparatos para ejercitarse y cancha de basquetbol.	El área recientemente remodelada, con mejoramiento de la iluminación, equipamiento interno y poda de árboles. También se han insertado sistemas de riego.
55	Lomas de Hidalgo	Av. Insurgentes y Padre de la patria	1510	Jardines y parques públicos	Área compuesta por jardines, los cuales contienen arbustos, plantas de ornato y pasto. Existen algunos árboles de mediana y gran altura.	Andadores, 6 lámparas y una fuente de grandes dimensiones.	El área cuenta con ruta de transporte que pasa cercana a esta.
8	Lomas del Punhuato	Júpiter	3267	Áreas semi-naturales	Cañada con poca vegetación silvestre. Existen algunos árboles plantados y hierba.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	No queda claro el límite del área, al encontrarse en una cañada de alta pendiente. Existe un desagüe próximo y basura.
A13	Francisco Javier Clavijero-Punhuato	Albacaron, Gramilla y Buenamosa	2585	Jardines y parques públicos	Pocos árboles se encuentran en los extremos del área, y se han sembrado algunos. Cubierta por pasto en mal estado. Existen plantas de ornato	Cancha de basquetbol.	Un vecino se acercó a quejarse del peligro que el aprecia de un eucalipto, el cual comienza a

					en dos extremos.		inclinarse sobre su casa.
A14	San Isidro Itzicuar o	Av. General José Gregorio Patiño, Apicho, Zirizicuar y Av. Imperio Tarasco	4586	Áreas semi-naturales	Contiene vegetación similar a la de partes altas del cerro, compuesto por algunas plantas leñosas, especies herbáceas y maleza. El área presenta algunos cipreses y una especie de árbol mas desconocida en floración.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	En área se encuentra en lo alto de un cerro, localizándose en zona con pendiente. También se apreciaron muchas rocas, basura y escombros.
CD5	San Isidro Itzicuar o	Av. General José Gregorio Patiño, Jaripo, Ixtala y Av. Imperio Tarasco	3905	Vías verdes	Reforestado con cipreses y pino en la orilla del camellón. También existen pequeños jardines con plantas de ornato.	Cuenta solo con pequeños andadores para cruzar el andador.	Área con pendiente y rocas.
CD6	Ario 1815	Circuito Ario 1815	10238	Vías verdes	Árboles pequeños se encuentran distribuidos uniformemente. El área esta cubierta con pasto seco y otras herbáceas. El otro tramo del camellón presenta árboles mas grandes.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	En un camellón se encuentra una escuela y en el otro un templo.
707	Patriotas Republicanos (Erandi)	Joaquín Rivero	1661.3	Jardines y parques públicos	Vegetación en estado baldío, con maleza principalmente.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Mucha basura y escombros.
A15	Arboledas Valladolid	Av. San Juanito Itzicuar y Av. Vicente Hurtado	6094	Áreas semi-naturales	Arbolado de baja densidad en el interior con árboles de mediana altura. Las orillas están arboladas con una densidad media de árboles de gran tamaño, sobresaliendo cipreses y pinos. El área se encuentra cubierta por herbáceas y malezas.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Poca basura y una parte grande del área se encuentra escavada.

A16	Villas Insurgente	Av. Anastasio Nájera y Benemérito Insurgente	9012	Jardines y parques públicos	El área esta cubierta por pasto y hierba.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	El área pertenece al área de donación del fraccionamiento. A los lados del área pasa un canal de riego y líneas de alta tensión.
A17	Villas del Parian	Francisco Parra	5681	Jardines, parques o terrenos privados	En el área se aprecia exuberante hierba y pasto sin cortar.	Juegos para niños y una cancha.	Existe una construcción dentro del área en obra negra. Se encuentra a lado de un canal de riego.
365	Valle del Durazno	Lomas del Sahuayo	5428.13	Áreas seminaturales	Área con arbustos y herbáceas en baja densidad.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Se encuentra en el talud y parte de una barranca del paso de un río. Presenta una invasión como bodega.
1836	Lomas del Durazno	Felipe Carrillo Puerto y Emigdio Ruiz Bejar	2824.14	Áreas seminaturales	Hierba, tres árboles grandes y piedras.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	El área se encuentra en la orilla de un río, en donde es vertido drenaje.
490	Centro Histórico	Guerrero, Andrés Quintana Roo y Rayón	2644	Espacios cívicos	Compuesto de jardines cubierto por pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado. Existen pocos árboles de gran altura, los cuales presentan grandes copas que cubren toda el área.	Andadores, botes de basura, bancos, fuente e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento. Acceso para personas con discapacidad.
CD7	Centro Histórico	Héroes de Nocupetar	4596	Vías verdes	Compuesto por jardines los cuales están cubiertos por pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado a ambos lados del área. Existen pocos árboles de gran altura, los cuales presentan grandes copas.	Un amplio corredor central de arena, botes de basura, bancos, fuente, monumentos históricos e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento. Se apreció basura. Acceso para personas con discapacidad.

489	Centro Histórico	Santiago Tapia, El nigromante y Guillermo Prieto	1713	Espacios cívicos	Compuesto de jardines cubierto por pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado protegidos. Existen pocos árboles de gran altura, los cuales presentan grandes copas que cubren la mayor parte del área.	Andadores, botes de basura, bancos, monumentos históricos, fuente e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento . Los fines de semana se ofertan piezas de artistas. Acceso para personas con discapacidad .
488	Centro Histórico	Av. Francisco I. Madero y Valladolid	7723	Espacios cívicos	Compuesto de jardines cubiertos de pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado y protegidos. Pocos árboles de gran altura, con grandes copas, pero insuficientes para sombrear el área. Existen árboles pequeños podados en toda el área.	Andadores, botes de basura, bancos, fuentes, kiosco, internet e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento . Acceso para personas con discapacidad .
479	Centro Histórico	Eduardo Ruiz, Benito Juárez y Av. Morelos	2522	Espacios cívicos	Compuesto de tres jardines cubierto por pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado. Existen pocos árboles de gran altura con grandes copas que no cubren toda el área.	Andadores, botes de basura, bancos, monumentos históricos e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento . Acceso para personas con discapacidad .
A18	Centro Histórico	Av. Francisco I. Madero y Aquiles Serdán	4056	Espacios cívicos	Compuesto de jardines cubiertos por pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado. Existen pocos árboles de gran altura en las orillas.	Andadores, botes de basura, bancos, fuente, internet e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento . Acceso para personas con discapacidad .

A19	Centro Histórico	Av. Tata Vasco	2410	Espacios cívicos	Compuesto de jardines cubiertos por pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado. Existen pocos árboles de gran altura.	Andadores, bote de basura, monumento histórico, fuente e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento . Acceso para personas con discapacidad .
A20	Centro Histórico	Bartolomé de las Casas y sor Juana Inés de la Cruz	2357	Espacios cívicos	Compuesto de jardines cubierto por pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado. Se encuentran varios árboles de gran altura.	Andadores, botes de basura, bancos, fuente e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento . Acceso para personas con discapacidad .
483	Centro Histórico	Ortega y Montañez, Velázquez de León y Quiroga	2808	Espacios cívicos	Compuesto de jardines cubiertos de pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado y protegidos. Pocos árboles de gran altura, con grandes copas, pero insuficientes para sombrear el área. Existen árboles pequeños podados en toda el área.	Andadores, botes de basura, bancos, fuente e iluminación.	Área cuidada por parte del Ayuntamiento . Acceso para personas con discapacidad .
CD1	Profesor Jesús Romero Flores	Apóstol de la Raza Maya	8970	Vías verdes	Áreas cubiertas con pasto seco. Algunas tienen pocos árboles jóvenes y otras áreas tienen una mayor densidad.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Se apreció basura, es el paso de cables de luz de alta tensión, cascajo y carros estacionados.
A22	FOVISSTE Santiago	Trabajadores de aeropuertos y Trabajadores de agricultura	7574	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto en mal estado y hierba. Presenta árboles de media altura en los cuatro lados del área.	Cancha de fútbol, pista de velocidad y caseta de vigilancia.	Bardeada con malla ciclónica.
A23	Profesor Jesús Romero Flores	Manuel Sales Cepel, Profesora Rosa Torres de González y Mártir de Mérida	3582	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto en mal estado y hierba. Pocos árboles de gran altura en un lado y un extremo del área.	En el área se encuentra una cancha de fútbol rápido, área con juegos infantiles y espacio con baños públicos (cerrados).	Se apreció basura y cascajo.

A24	FOVISS TE Santia guito	Trabajador es de recursos hidráulicos , Trabajador es del poder judicial y Trabajador es de la PROFECO	1476	Áreas semi- naturales	Área densamente arbolada, sin embardo todas las copas de los árboles han sido podadas, quedando el área solo con los troncos y los pequeños rebrotos de los individuos. A un lado se encuentra una línea de jardín con plantas de ornato.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	
A25	Real Punhu ato	Cangome, Chicalote y Cedrón	3526	Jardines y parques públicos	El área esta cubierta en partes por pasto seco y solo existen árboles jóvenes en una esquina.	Cancha de basquetbol, de futbol, diversos juegos infantiles , baños cerrados, iluminación en mal estado y acceso con andador.	Se apreció basura y el área esta cercada con malla ciclónica.
A26	Cameli nas	Andador Licenciad o Antonio Arriaga	6644	Jardines y parques públicos	Cubierta por pasto descuidado y densamente arbolada en las orillas del área.	Cancha de basquetbol, de futbol, juegos infantiles, iluminación, bancos y andador.	Se apreció basura en el área. El espacio es considerado como un andador
A27	Prados del campe stre	Agua	3425	Jardines y parques públicos	Área densamente arbolada con árboles de media y gran altura. La superficie esta cubierta por pasto.	Andadores, cancha de basquetbol, bancas e iluminación.	
A28	Cameli nas	Av. Jesús Sansón Flores y Dr. Ignacio Chávez	44165	Jardines y parques públicos	Compuesta por jardines cubiertas por pasto y plantas de ornato. Existen árboles de gran altura a los lados y centro del área de densidad media.	Diversos juegos para niños incluidos mecánicos en toda el área, canchas de futbol, basquetbol, andadores, áreas de patinaje; cabañas con mesas, asador y sillas; botes de basura, oficina, estacionamiento, fuente, iluminación y baños en funcionamiento.	El área es llamada "Parque infantil", el cual esta cercado y tiene un costo de acceso de 5 pesos.

A29	Xangari	Circuito Uaucusecha, Tiripeti, Curinda e Itzi	6512	Jardines y parques públicos	Área arbolada de media densidad en las orillas y el centro del área, con árboles de gran y medio tamaño. Presenta muy poco pasto en la superficie y casi seco, un suelo compacto y seco. Algunas partes presentan plantas de ornato.	Cancha de futbol, cancha de basquetbol, diversos y numerosos aparatos tipo gimnasio, diferentes juegos para niños, mesas con sillas, bancos e iluminación.	El área necesita sistemas de riego para mantener su vegetación, así como andadores. Parte del cuidado del área se encuentra a cargo de los vecinos.
A30	Xangari	Canacua, Tiripeti y Circuito Uaucusecha	3071	Jardines y parques públicos	Área compuesta por jardines, los cuales contienen arbustos, planas de ornato y pasto. La densidad de árboles es media y son de gran y media altura. Algunas jardineras tienen el pasto mas deteriorado.	Fuente central, andadores, iluminación y bancas.	El área luce deteriorada, sin embargo funciona normalmente.
A31	Morelia 450	Circuito presea, Jardín de la Nueva España y Valle de Guayanguareo	4767	Jardines, parques o terrenos privados	Área arbolada de baja densidad, sin embargo las copas son lo suficientemente grandes para hacer sombra en gran parte del área. La superficie esta cubierta en algunas partes con pasto.	Iluminación	
A32	Lomas de la Huerta	Castaña, Cacao y Piñón	2053	Jardines y parques públicos	Área poco arbolada con individuos jóvenes y podados, cubierta con pasto seco. Cuenta con una jardinera con planas de ornato.	Existe una cancha de futbol con porterías y juegos infantiles en mal estado.	Se apreció basura.
A33	INFONAVIT Juana Pavón	Catrina Pérez de Ladrondo	3548	Áreas semi-naturales	Área arbolada de densidad media con eucaliptos. Presenta áreas con pasto en buen estado, y otras donde se encuentra desatendido y con piedras.	Cancha de futbol con porterías.	Se apreció basura y muchas rocas.

A34	INFON AVIT Juana Pavón	Bernarda Espinosa, Gertrudis Vargas, Micaela Montes de Allende y José Pérez Pavón	4096	Jardines y parques públicos	Conformada por dos áreas, una de ellas se encuentra arbolada con eucaliptos de densidad media, mientras que la otra también se encuentra arbolada, sin embargo en menor densidad y con otra especie de árbol. En partes existe pasto descuidado.	Andar que las cruza, bancas, juegos infantiles, una pequeña plazoleta e iluminación en mal estado.	Se aprecia una invasión, aunque no se vio que viva gente.
A35	Valle verde	Juana María Estrada	4111	Vías verdes	Área densamente arbolada con eucaliptos, cubierta con pasto en buen estado.	Presenta bancas de lado de la calle.	Franja de árboles exterior al fraccionamiento.
A36	INFON AVIT Juana Pavón	Micaela Montes de Allende	2347	Vías verdes	Área arbolada con eucaliptos.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Franja de árboles exterior al fraccionamiento.
A37	Andrés Quintana Roo	Poeta de la Independencia	5685	Jardines y parques públicos	Área arbolada de baja densidad con individuos de gran tamaño, y un tamaño de copa suficientemente grande para cubrir de sombra gran parte del área. Existen árboles recién plantados. Cuenta con muy pocas plantas de ornato. Cubierta con pasto desatendido.	Dos zonas con juegos infantiles cada una, bancos, botes de basura e iluminación.	Se apreciaron varios letreros exhortando al cuidado de dichas áreas, lo que habla de un posible mantenimiento vecinal.
A38	Colonia nueva	Entrar por Oyamel en la colonia Colinas del sur	5352	Jardines y parques públicos	Área sin vegetación	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Terreno completamente vacío.

A39	FOVISS TE Acued ucto	Andador Zamora, Andador Terán y Pátzcuaro	1762	Jardines y parques públicos	Área compuesta por tres grandes jardines, rodeados por árboles pequeños podados, otros pocos árboles de gran altura y el área esta cubierta por pasto. Existen otros árboles que han sido podados.	Presenta dos áreas con juegos para niños, una de estas presenta juegos muy deteriorados. Andadores y bancas.	Existe un cuidado constante de vecinos, quienes riegan el área y la mantienen. Se destaca su importancia por parte de estas personas. También se comenta que al ayuntamiento provee de tierra para las áreas.
A40	FOVISS TE Acued ucto	Cuitzeo, Conde de Tandila y Andador Purepero	4945	Jardines y parques públicos	Zonas de tránsito peatonal compuesta por jardines, que a su vez tienen plantas ornamentales y árboles podados.	Área con juegos infantiles en mal estado, cancha de básquet bol, andadores y bancas.	Las áreas verdes de la colonia se encuentran muy bien integradas a las contracciones . Se recomienda incrementar la cobertura arbórea. La buena atención de las áreas verdes es pagado por un fondo vecinal.
A41	Wence slao Victori a	Capitán Carlos Rovirosa y José María Mata	1703	Jardines y parques públicos	Área arbolada con individuos de mediana altura, con tamaños de copas muy grandes que alcanzan a sombrear el área, aun cuando estos se encienden en el perímetro del área.	Posee andadores y juegos en mal estado.	El área esta cercada con malla ciclónica, aunque es posible entrar ya que los accesos han sido severamente maltratados. Se apreció mucho basura y nula protección del área.
CD8	Francis co Zarco, Defens ores de Puebla y Reform a	Av. Juan Francisco Lucas y Av. Batalla de Zaplotanej o	28926	Vías verdes	Área con hierba y plantas ornamentales en un terreno con muchas rocas.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Pasan líneas de alta tensión sobre toda el área verde.

A42	Jardines el Toreo	Ganadería de Jesús Cabrera, Ganadería Santa Martha, Ganadería José Julián Llaguno y Ganadería Vallumbroso	4375	Jardines, parques o terrenos privados	Área compuesta por grandes jardines cubiertos con pasto en buen estado, pequeñas agrupaciones con plantas ornamentales y algunos árboles y palmeras dispersos en el área de gran altura.	Fuente central, andadores, bancos y juegos infantiles.	
CD9	Cosmos y Herme negildo Galeana	Universo	21411	Vías verdes	Área arbolada con individuos de media y gran altura. Algunas áreas están desprovistas de árboles. El área se encuentra cubierta con pasto.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	El área esta cercada con malla ciclónica, aunque es posible ingresar en partes donde este cerco ha sido destruido.
A43	Cosmos	Cosmos Sur, Nebulosa y Celeste	3690	Jardines y parques públicos	Área densamente arbolada. El área central esta cubierta con pasto en mal estado.	Cancha de basquetbol, iluminación y juegos para niños.	En el área se encuentra un tanque de agua y se encuentra cercada con malla ciclónica.
A44	Libertad	Regimiento dragones de Michoacán, Supresión de tributos y Toma de Valladolid	5705	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto descuidado y hierba. Una esquina presenta una alta densidad arbórea con individuos de media altura. Los demás árboles se encuentran en el perímetro del área.	Cancha de basquetbol, juegos infantiles en mal estado y bancos.	El área esta rodeada con malla ciclónica, aunque esta ha sido maltratada para acceder al área.
A45	Ricardo Flores Magón	Tehuantepec y Tejaro	6881	Jardines y parques públicos	Se han introducido plantas de ornato y adaptado jardinerías en una parte del polígono. También predominan arbustos y hierba.	Los vecinos han adaptado andadores en el área.	Compuesto por dos áreas triangulares, una invadida por un templo. Existe una participación activa de dos vecinos que cuidan el área. Algunas partes tienen basura. Existen muchas rocas por la construcción de una calle que vulnera la vegetación del área.

A46	La joya	Sierra de Tipitaro, Sierra de Zinziro y Sierra de Angangueo	3193	Jardines y parques públicos	Área arbolada con individuos de gran tamaño en las orillas de baja densidad. El interior del área tiene también árboles mas pequeños y numerosos. Cubierta por pasto y hierba casi seca.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	El área tiene poco cascajo y esta invadida por un templo.
A47	Prados verdes	Paseo del abedul, Paseo del olivo y Paseo de las jacarandas	4007	Jardines y parques públicos	Área compuesta por jardines cubiertos con pasto en buen estado. Existen pocos árboles al interior, apreciando la mayor densidad en las orillas. Se han sembrado árboles pequeños. Algunos jardines se encuentran protegidos.	Cancha de basquetbol, área de patinaje, juegos infantiles, equipo tipo gimnasio, sillas y bancos, botes de basura, andadores, bancas, iluminación, baños en funcionamiento, oficina y sala de usos múltiples.	El área entro dentro del programa federal "Recuperación de espacios públicos". Tiene un costo de acceso de 2 pesos. Los baños son de 1 peso.
A48	Vista bella	Romualdo Carnero y Periférico Paseo de la república (Sector independencia)	2152	Jardines y parques públicos	Área arbolada en su perímetro con árboles de tamaño regular. Solo la periferia presenta pasto.	Cancha de futbol con porterías.	Área cercada con reja de metal. Se encuentra equipo de OAPASS dentro del área.
430	Cumbres de Morelia	Paseo de Mil cumbres	1841.62	Jardines, parques o terrenos privados	Área arbolada y ajardinada, cubierta con pasto.	Juegos para niños.	Información basada en información de la Dirección de Patrimonio al no permitirme la entrada.
428	Cumbres de Morelia	Cumbres de Acultzingo	2461.25	Jardines, parques o terrenos privados	Área arbolada y ajardinada, cubierta con pasto.	No se tiene información.	Información basada en información de la Dirección de Patrimonio al no permitirme la entrada.
429	Cumbres de Morelia	Cumbres de Coalcoman	3131.34	Jardines, parques o terrenos privados	Área arbolada y ajardinada, cubierta con pasto.	No se tiene información.	Información basada en información de la Dirección de Patrimonio al no permitirme la entrada.
427	Cumbres de Morelia	Ajusco y Cumbres de Buena Vista	4548.45	Jardines, parques o terrenos privados	Área arbolada y ajardinada, cubierta con pasto.	No se tiene información.	Información basada en información de la Dirección de Patrimonio al no permitirme

							la entrada.
789	Hacienda del valle	Casa blanca y Hacienda el sabino	4515	Jardines, parques o terrenos privados	Espacio ajardinado.	No se tiene información.	Información basada en información de la Dirección de Patrimonio al no permitirme la entrada.
472	Fraccionamiento Villas del Carmeno Juan Bautista Casas	General Mariano Jiménez	1968.5	Jardines, parques o terrenos privados	Área cubierta con pasto casi seco. Presenta algunas plantas de ornato, las cuales también se encuentran secándose. Existen tres árboles de mediana altura.	Área de juegos para niños, los cuales están descuidados. También existe un área con dos porterías para jugar fútbol.	El área requiere mayor atención en el cuidado y densidad de la vegetación.
A49	FOVISSTE Acueducto	Andador Coalcoman Sur y Jiquilpan Sur	1501	Jardines y parques públicos	Área compuesta por jardines cubiertos por pasto y plantas de ornato en buen estado. Dentro de la periferia del área existen pocos árboles.	Existe un área con juegos infantiles y dos áreas con asfalto que presentan bancos y sillas. Pocos andadores en la parte exterior del área.	El área esta invadida por las entradas de cocheras, ya que se carece de calle a las casa aledañas.
CD10	Bosques de la huerta	Circuito bosques de la huerta	11236	Jardines, parques o terrenos privados	Área densamente arbolada con individuos de gran tamaño.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	No se nos permitió el acceso.
A50	Ampliación club campestre la huerta	de los vecinos y de los bosques	1520	Jardines, parques o terrenos privados	Área arbolada de mediana densidad, con individuos de gran altura. El área tiene poco pasto.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	
807	Ampliación club campestre la huerta	de las cascadas	5623.37	Jardines, parques o terrenos privados	Área cubierta con pasto en buen estado y con árboles de baja y media densidad en partes. Los árboles son de mediana altura.	Se apreció una portería.	Colinda con las vías del tren.
A51	Ampliación club campestre la huerta	de las sierras y de los bosques	5998	Jardines, parques o terrenos privados	Área cubierta con pasto en buen estado y árboles de baja y media densidad de gran y mediana altura.	Cancha de fútbol delimitada con malla ciclónica, tres juegos infantiles y una banca.	Colinda con las vías del tren. Dentro del área existe una bodega.
1977	Fraccionamiento Puntalba	No se tiene información	2816.32	Jardines, parques o terrenos privados	No se tiene información.	No se tiene información.	Se me negó el paso.
A52	Las torrecillas	Alfonso Reyes, Miguel de Guevara, Rafael Landívar y Carlos	2647	Jardines y parques públicos	Área cubierta con pasto en mal estado, hierba y maleza. Presenta pocos árboles de gran altura en las orillas. Otros	Existe una construcción, que funciona como consultorio, aunque puede ser un aula de usos múltiples.	Con escombros y basura. Existe parte de la base de una ruta de transporte.
























		Pelucer López			individuos de mediana altura se encuentran dentro del área, los cuales también son pocos.	Presenta juegos utilizables para niños.	Restos de cerco. El área se mantiene como terreno baldío. Se apreciaron muchas rocas, y el área se encuentra en una pendiente pronunciada.
1890	Loma colorada	Loma boliviana, Loma brasileña, Loma colombiana y Loma ecuatoriana	2460.42	Áreas semi-naturales	Área cubierta solo en el centro por hierba y pasto, concentrándose. Presenta también un arbolado con ahuehuetes, los cuales tienen son de mediana altura.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	
1416	Fraccionamiento Real San Diego	No se tiene información	2077.74	Jardines, parques o terrenos privados	Pasto verde, en buen estado.	No se tiene información.	Información basada en información de la Dirección de Patrimonio al no permitirme la entrada. Área delimitada con malla ciclónica.
253	Valle verde	No tiene	1801.22	Jardines, parques o terrenos privados	No se tiene información.	No se tiene información.	No se me permitió el acceso.
A53	Fraccionamiento las huertas country	Paseo del country club	10083	Jardines, parques o terrenos privados	Cubierta por maleza, hierba y piedras.	Cancha de basquetbol.	Se encuentra templo.
A54	Emiliano Zapata	Cristóbal Domínguez y 8 de agosto de 1879	2461	Espacios cívicos	Jardines compuestos por árboles podados de baja densidad, cubiertos por pasto. Protegidos por jardineras de cemento.	Bancas, andadores, iluminación, kiosco y cancha de basquetbol.	
CD11	No tiene	Periférico paseo de la república	27724	Vías verdes	Área cubierta con pasto y árboles de mediana altura en buen estado. Presenta algunas zonas con jardineras con plantas ornamentales.	Andador principal que atraviesa el área por la mitad. Se encuentra un monumento pequeño	

A55	Las Jacarandas	Guayacán y Camilo Velázquez	7279	Áreas semi-naturales	Terreno reforestado con eucalipto y los individuos que componen el área son adultos y de gran altura. El área también tiene maleza y plantas espinosas, siendo poca la vegetación verde.	El área cuenta con cuatro mesas y bancos de cemento. Esta delimitado con alambre de púas.	El área esta sumamente descuidada y no cuenta con algún tipo de equipamiento que permita su acceso. El terreno presenta parte del mismo que se encuentra en zona de pendiente media.
CD3	Centro Histórico	Fray Antonio de San Miguel	6801	Vías verdes	Representada por árboles de gran altura en ambos lados del corredor.	Iluminación, un andador principal y bancas.	
A56	Centro Histórico	Avenidas Acueducto y Tata Vasco	3675	Espacios cívicos	Compuesto de jardines cubierto por pasto y conjuntos de plantas ornamentales en buen estado. Existen pocos árboles de gran altura, los cuales presentan grandes copas.	Iluminación, bancos, andadores, espacio para eventos cívicos, monumentos y señalamientos.	
A57	Vasco de Quiroga	Av. Acueducto	3092	Espacios cívicos	Cubierto por pasto y rodeado por árboles de gran altura.		Cercado sin acceso.
A59	Loma de Santa María	No tiene	581669	Áreas naturales	Área densamente arbolada y cubierta por plantas. La vegetación parece ser indígena de la zona.	No se apreció en el área algún equipamiento asociado.	Zona de restauración y protección ambiental.
A58	CIMO	No tiene	891434	Áreas semi-naturales	Área con diferentes etapas de reforestación. Zona dominada por arbustos y pastos. Sometida a restauración ecológica.	Cuenta con una explanada con gradas, cercado perimetral, baños, caceta de vigilancia, senderos, lago artificial, cenadores, luminaria con energía solar, bancas, canchas de futbol rápido, ciclista y juegos infantiles.	Parque Ecológico Urbano

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Dato de superficie con color se calculó en el SIG. Las áreas no sombreadas representan datos de superficie de la Dirección de Patrimonio del Municipio de Morelia.





Tabla B. Ejemplos de AVU por niveles de calidad

Categoría de área verde	Niveles de calidad de las áreas verdes				
	Excelente	Buena	Media	Mala	Muy mala
Áreas naturales		*		*	*
Áreas semi-naturales	*	*			
Parques y jardines públicos					
Parques, jardines o terrenos privados	*				
Espacios cívicos					*
Vías verdes					

Fuente: Elaboración propia.

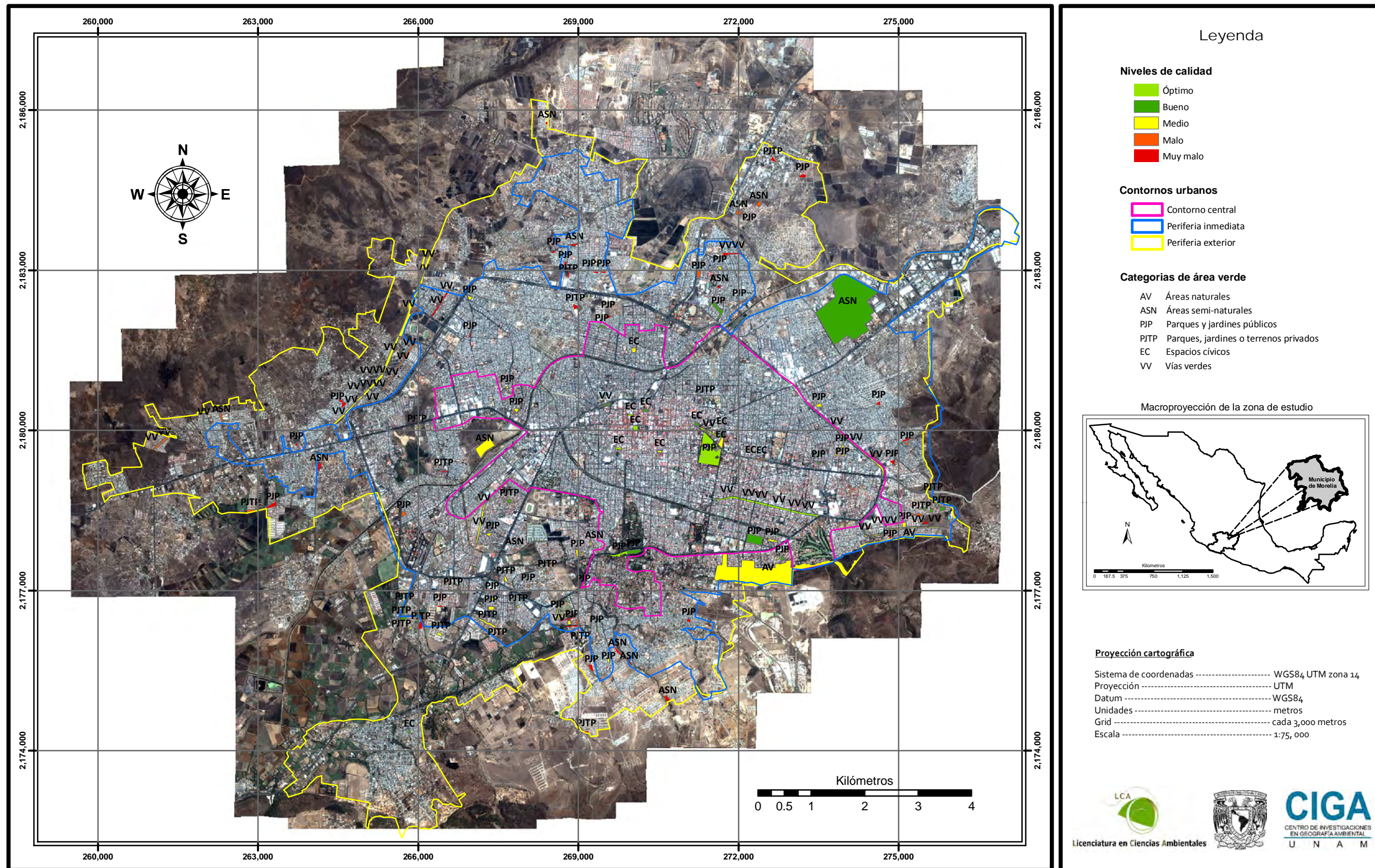
Nota: * no disponible.

Tabla C. Ejemplos de áreas verdes por nivel de NDVI

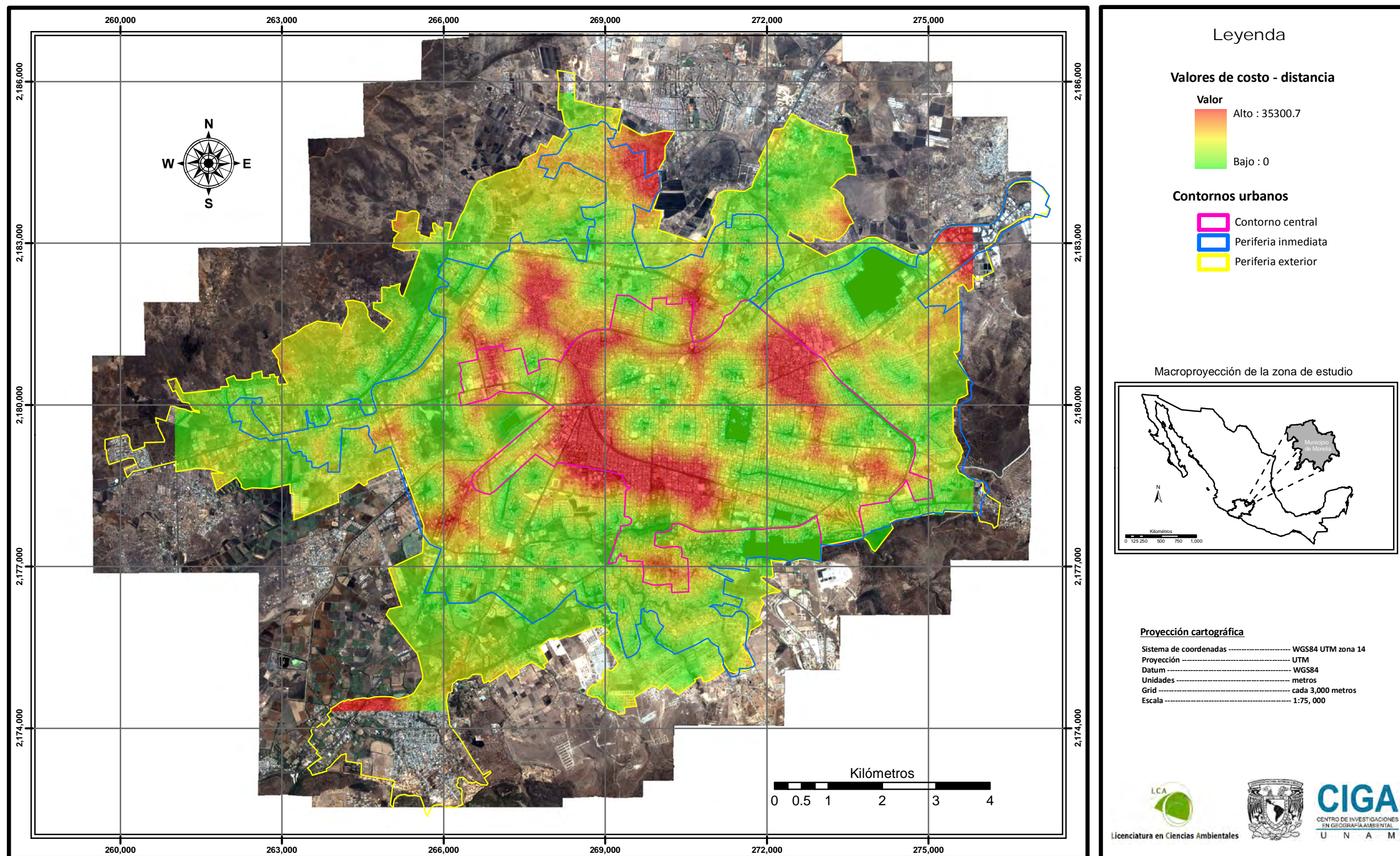
Nivel de NDVI			
Alto	Óptimo	Bajo	Negativo
			
0.169403	0.100795	0.052169	- 0.002455

Fuente: Elaboración propia

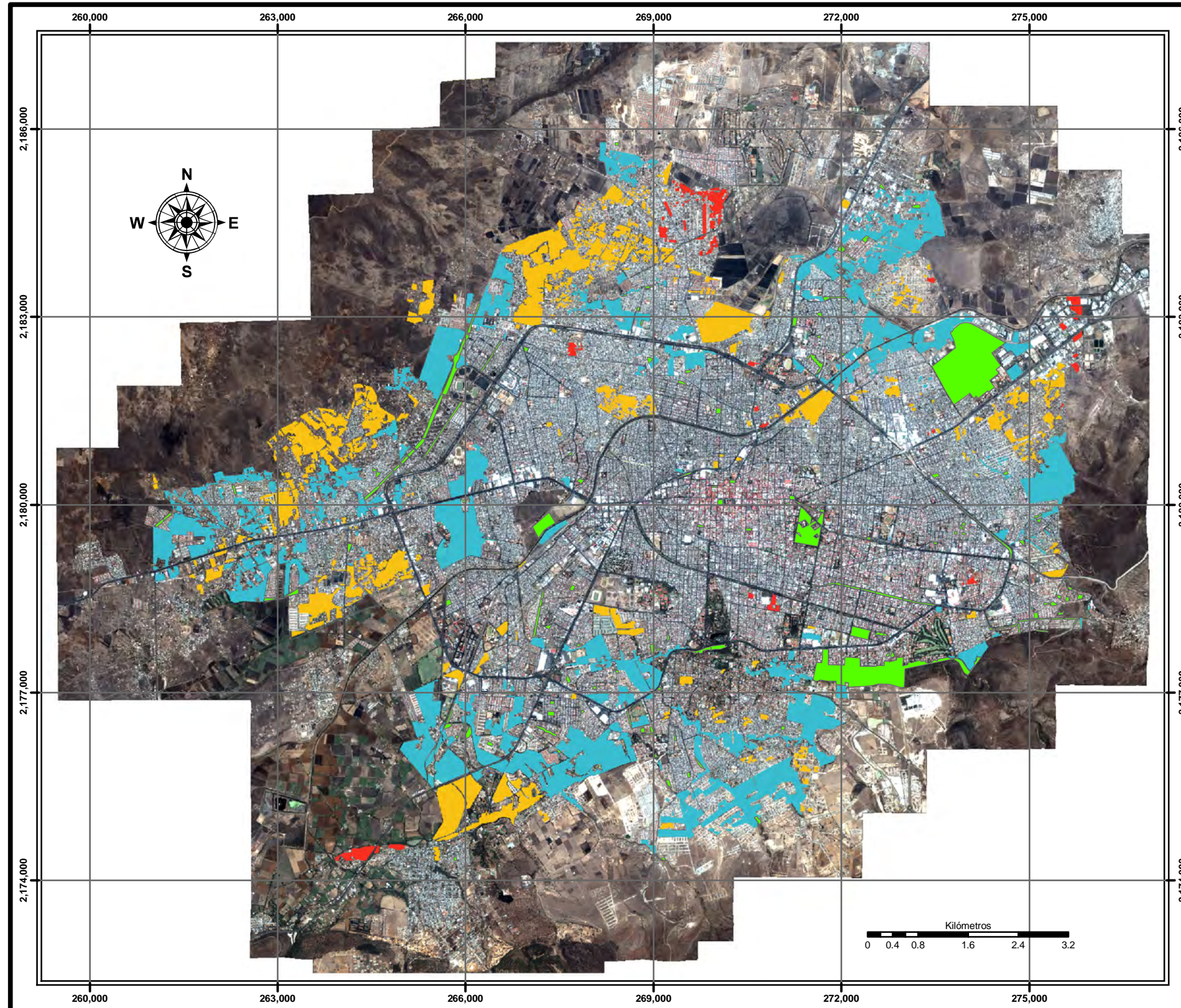
Mapa 1. Evaluación de la calidad de las áreas verdes de la ciudad de Morelia



Mapa 2. Conectividad de las áreas verdes de la ciudad de Morelia



Mapa 3. Identificación de sitios como potenciales áreas verdes

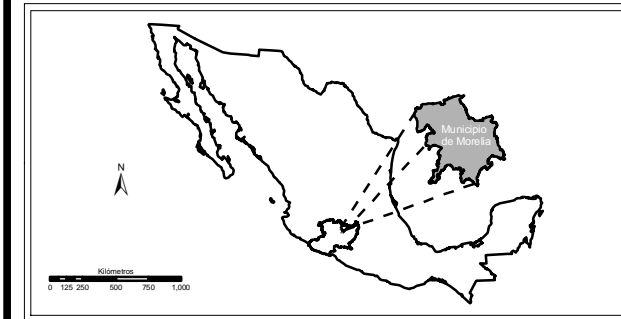


Leyenda

Niveles de costo distancia

- Bajo
- Medio
- Alto
- Áreas verdes urbanas

Macroproyección de la zona de estudio

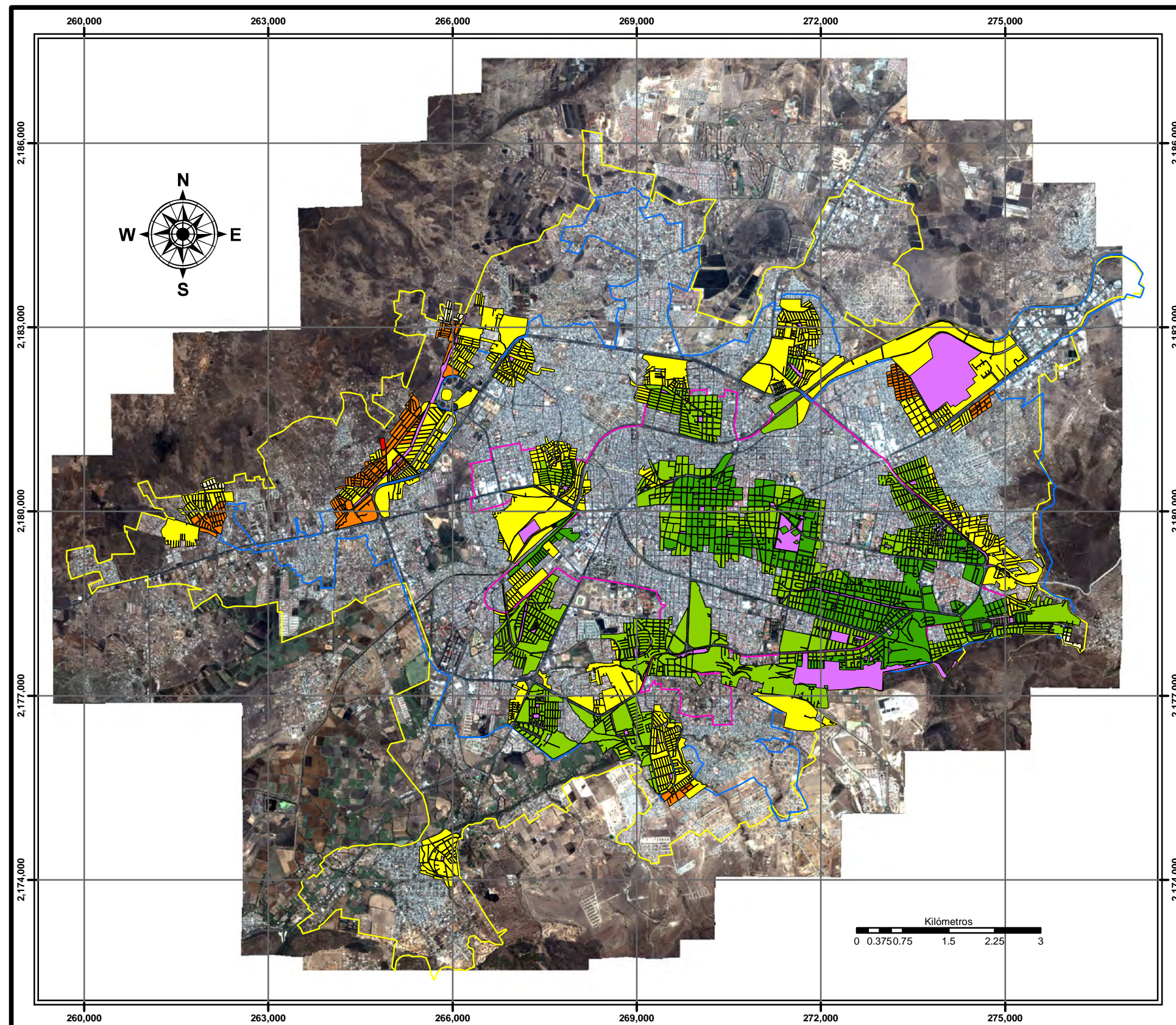


Proyección cartográfica

Sistema de coordenadas WGS84 UTM zona 14
 Proyección UTM
 Datum WGS84
 Unidades metros
 Grid cada 3,000 metros
 Escala 1:75, 000



Mapa 4. Manzanas con accesibilidad máxima a áreas verdes por nivel de precariedad



Leyenda

- Áreas verdes urbanas

Contornos urbanos

- Contorno central
- Periferia inmediata
- Periferia exterior

Manzanas por nivel de precariedad

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta
- N.D.

Macroproyección de la zona de estudio

Proyección cartográfica

Sistema de coordenadas	WGS84 UTM zona 14
Proyección	UTM
Datum	WGS84
Unidades	metros
Grid	cada 3,000 metros
Escala	1:75,000

Licenciatura en Ciencias Ambientales U N A M