

DESIGN OF A GUIDE FOR TREE PLANTING ON THE AVENUES OF THE EASTERN MACROSECTOR OF BARQUISIMETO, LARA STATE

DISEÑO DE UNA GUÍA PARA LA ARBORIZACIÓN DE LAS AVENIDAS DEL MACROSECTOR ESTE DE BARQUISIMETO, ESTADO LARA

**María Carlina, Hernández Puzzar¹; Sergio Augusto, Rodríguez²; José Gregorio, García Tenía³;
Antonio José, Infante Quevedo⁴**

Recibido 21/09/2025; Aprobado: 24/12/2025

DOI: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica271.3>

ABSTRACT

This study addresses the challenges of urban tree planting in the eastern macro-sector of Barquisimeto, Venezuela. Using a descriptive and field-based approach, it diagnoses the damage and failures caused to pedestrian infrastructure and road medians by tree species. The research reveals that the lack of technical criteria in the selection of species, such as Neem (*Azadirachta indica*) and Pilón (*Andira inermis*), along with their inappropriate placement, has generated significant problems in the urban environment. Therefore, the ultimate goal of the study is to develop a practical guide that facilitates the proper management of urban trees, recognizing the multiple benefits they can offer. To achieve this, a diagnosis of existing damage and the identification of species best suited to local conditions are proposed. The results obtained underscore the urgent need for intervention to correct current practices and ensure both the health and functionality of urban trees. The proposed guide is conceived as an essential tool for local authorities and urban planners, thus contributing to the creation of a more resilient urban environment.

Keywords: *urban tree planting; Barquisimeto Eastern Macrosector; damage to road infrastructure*

RESUMEN

Este estudio aborda la problemática de la arborización urbana en el Macrosector Este de Barquisimeto, Venezuela. Mediante un enfoque descriptivo y de campo, se diagnostican los daños y fallas ocasionados en la infraestructura peatonal y separadores viales por causa de las especies arbóreas. La investigación pone de manifiesto que la falta de criterios técnicos en la elección de especies, como el Neem (*Azadirachta indica*) y el Pilón (*Andira inermis*), junto con su ubicación inapropiada, ha generado problemas significativos en el entorno urbano. Por tanto, el objetivo final del estudio es desarrollar una guía práctica que facilite una gestión adecuada de la arborización urbana, reconociendo los múltiples beneficios que esta puede ofrecer. Para lograrlo, se propone un diagnóstico de los daños existentes y la identificación de especies más adecuadas a las condiciones locales. Los resultados obtenidos subrayan la necesidad urgente de intervenir para corregir las prácticas actuales y asegurar tanto la salud como la funcionalidad de los árboles urbanos. La guía propuesta se concibe como una herramienta esencial para las autoridades locales y planificadores urbanos, contribuyendo así a la creación de un entorno urbano más resiliente.

Palabras clave: *arborización urbana; Macrosector Este de Barquisimeto; daños a la infraestructura vial*

¹María Carlina, Hernández Puzzar. Urbanista de la carrera de Urbanismo en el Decanato de Ingeniería Civil y Urbanismo de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado ([ROR:03ggg3111](https://orcid.org/0009-0009-6092-1657)). Barquisimeto, Venezuela. Correo: hernandezpuzzar97@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6092-1657>

²Sergio Augusto, Rodríguez. Urbanista de la carrera de Urbanismo en el Decanato de Ingeniería Civil y Urbanismo de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado ([ROR:03ggg3111](https://orcid.org/0009-0005-1342-4560)). Barquisimeto, Venezuela. Correo: srg.rguez@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1342-4560>

³José Gregorio, García Tenía. Ingeniero de Recursos Naturales Renovables. Docente en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado ([ROR:03ggg3111](https://orcid.org/0009-0006-9807-2353)). Correo: jose.garcia@ucla.edu.ve ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9807-2353>

⁴Antonio José, Infante Quevedo. Ingeniero Civil. Docente en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado ([ROR:03ggg3111](https://orcid.org/0009-0000-3544-3491)). Correo: antonio.infante@ucla.edu.ve ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3544-3491>

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela, ha experimentado un crecimiento urbano acelerado, con un patrón extensivo y según se observa en muchos casos carente de planificación. Esta situación se ha traducido en una disminución progresiva de áreas verdes. El Macrosector Este [1] ha sido la zona donde esta expansión es más evidente, con la construcción de nuevas vías arteriales y colectoras, grandes centros comerciales, urbanizaciones y edificios de mediana y gran intensidad.

Barquisimeto presenta un clima semiárido tropical, con precipitaciones anuales promedio a los 700 mm y temperaturas que oscilan entre los 25 y 29 °C, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) (<http://www.inameh.gob.ve/web/>). Estas condiciones climáticas imponen restricciones específicas al desarrollo vegetal, lo cual demanda una selección cuidadosa de especies arbóreas para garantizar su adaptación sin comprometer elementos urbanos fundamentales.

La arborización de avenidas se presenta como una estrategia fundamental para mitigar los impactos negativos del crecimiento urbano y crear entornos más saludables, estéticos y funcionales. Los árboles urbanos no solo mejoran la calidad del aire y reducen la contaminación acústica, sino que también contribuyen a la regulación del microclima, reduciendo el efecto de isla de calor, y aportan espacios de recreación y bienestar social.

En este contexto, la arborización deja de ser un simple recurso ornamental y pasa a constituir un factor técnico de primer orden. Sin embargo, para que sea efectiva, es esencial realizar una selección adecuada de especies arbóreas que se adapten tanto al clima y a los suelos locales, como a las limitaciones de espacio de cada área urbana, además de considerar variables como la altura proyectada de la especie, su patrón de ramificación, el tipo de sistema radicular, el ancho disponible en las franjas de implantación, la proximidad a redes de servicios y la capacidad de soporte del

sustrato urbano. Una intervención carente de estos criterios no solo incrementa los costos de mantenimiento urbano, sino que agrava los problemas estructurales de una ciudad ya comprometida por el uso intensivo del espacio público [2] y [3].

En función de lo expuesto, se plantea esta investigación con el objetivo de diseñar una guía para la arborización de las avenidas del Macrosector Este de la ciudad, centrada en el diagnóstico de los daños y fallas causados por especies arbóreas. Para ello, se realizó un análisis del arbolado urbano existente, evaluando su estado de salud, interacción con la infraestructura circundante e impacto ambiental y estético. También se examinó especies alternativas con sistemas radicales profundos o menos invasivos que puedan minimizar el riesgo de daños estructurales, mientras maximizan los beneficios ambientales y sociales.

La elaboración de esta guía busca no sólo proponer medidas técnicas, sino también fomentar un enfoque colaborativo en la planificación urbana, involucrando a gobiernos locales, organizaciones civiles y ciudadanos. Se pretende sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de una gestión adecuada de los espacios verdes y promover una visión de ciudad que integre la naturaleza como componente esencial del desarrollo urbano. La ciudad de Barquisimeto, concebida como un ecosistema dinámico, puede beneficiarse de la arborización urbana en múltiples niveles, desde el fortalecimiento de la infraestructura verde hasta la creación de espacios que mejoren la salud y el bienestar de sus habitantes.

Además, este trabajo se orienta a fomentar un equilibrio entre el desarrollo urbano y el cuidado del entorno natural, con la aspiración de construir un futuro en el que los habitantes de Barquisimeto puedan disfrutar de una ciudad más saludable, accesible y comprometida con la preservación del ambiente.

2. DESARROLLO

El crecimiento urbano acelerado, especialmente en América Latina y el Caribe,

ha generado una serie de desafíos ambientales y sociales, siendo la escasez de espacios verdes y la degradación del ecosistema urbano problemas recurrentes. En el caso venezolano, y específicamente en la ciudad de Barquisimeto, el proceso de urbanización ha estado marcado por una expansión acelerada y una planificación insuficiente, lo que ha tenido consecuencias negativas sobre la calidad de vida de los habitantes y el entorno físico de la ciudad.

Entendiendo la arborización urbana como la incorporación planificada de especies vegetales en el entorno construido, representa un componente esencial en el diseño y funcionamiento de las ciudades. Su presencia aporta beneficios físicos, ambientales y estéticos [4], pero también puede representar un riesgo para la infraestructura cuando no se realiza bajo criterios técnicos adecuados. En particular, la selección inadecuada de especies arbóreas, su ubicación errónea o la falta de mantenimiento generan conflictos con algunos elementos de la infraestructura urbana, aceras, calzadas, redes subterráneas y drenaje vial.

El texto revisa los antecedentes y fundamentos teóricos sobre la relación entre arborización urbana y daños a la infraestructura en ciudades latinoamericanas, destacando la importancia de planificar y gestionar adecuadamente el arbolado urbano [2]. Ya se han realizado estudios al respecto de los daños ocasionados por una errada arborización en medios urbanos [5]. Por ejemplo, en Uruguay se propuso un protocolo de evaluación visual del riesgo para árboles urbanos ubicados en parques de Montevideo. En el proceso de evaluación de las especies se mostraron diferencias significativas entre tipos de géneros, métodos e interacción entre ellos. El protocolo propuesto fue capaz de discriminar los árboles por su nivel de riesgo y es viable para ser utilizado en parques urbanos de Montevideo.

Igualmente, se estudió el daño al pavimento causado por el arbolado urbano en Puerto Vallarta, Jalisco. Los resultados mostraron que, para disminuir el daño de los árboles y palmas a la infraestructura, se tienen que conocer los atributos biológicos de las especies por plantar, y con ello asegurarles el

espacio suficiente para su desarrollo [2].

El proceso de urbanización es un fenómeno complejo que implica una serie de procedimientos que han llevado al desarrollo del urbanismo. En los últimos años, el urbanismo se ha centrado en proporcionar un equilibrio entre la ciudad y la vegetación. Sin embargo, la urbanización también tiene efectos negativos en el medio ambiente y la calidad de vida de las personas. El crecimiento intensivo de las ciudades puede generar más pobreza e impedir que los gobiernos locales ofrezcan servicios a todas las personas [6].

El espacio verde urbano, es una categoría amplia que puede definirse libremente como áreas con vegetación dentro de un paisaje urbano. Los espacios verdes urbanos producen beneficios que van desde el fenómeno de comunicación local, conexión con la naturaleza para promover la recreación, crear hábitats protectores para la vida silvestre y realizar servicios ecosistémicos. Es común que las ciudades sean vistas como separadas de la naturaleza; sin embargo, la sostenibilidad urbana argumenta que las ciudades son parte de un sistema mayor [7].

La ciudad de Barquisimeto capital del Estado Lara en Venezuela, es considerada una de las ciudades más importantes de la región central del país y su El centro histórico es un bien de interés cultural, reconocido legalmente como Patrimonio Cultural de la Nación. A pesar de su importancia, la ciudad al experimentar el proceso de urbanización en las últimas décadas, lo cual ha generado grandes asentamientos informales y a una planificación urbana insuficiente.

Ahora bien, las ciudades se enfrentan a una serie de problemas ambientales y sociales que impactan negativamente la calidad de vida de sus habitantes. Entre los más relevantes se encuentran el deterioro de las vías públicas, daños a las aceras y edificios, y la afectación de las redes de infraestructura urbana, como el agua potable, alcantarillado, electricidad y telecomunicaciones. Es crucial destacar que la elección inadecuada de especies arbóreas, la falta de planificación y el mantenimiento deficiente de las mismas pueden ser factores

que exacerban estos problemas.

La observable falta de planificación urbana en Barquisimeto, respecto a la vegetación y el mantenimiento de espacios públicos con árboles, especialmente en aceras e islas, ha generado dos problemas interconectados. En primer lugar, la ciudad carece de una presencia adecuada de vegetación urbana, esto se debe a la falta de variedad en las especies plantadas, la elección inadecuada de algunas que no se adaptan al clima o suelo, y la limitación de los espacios verdes, además, el mantenimiento deficiente, como podas incorrectas, riego insuficiente y falta de control de plagas, empeora la situación.

En segundo lugar, esta carencia de planificación afecta la infraestructura peatonal, el crecimiento sin control de las raíces daña las aceras y losas, creando obstáculos para los peatones, asimismo, el diseño deficiente, al ubicar árboles demasiado cerca de las aceras, reduce el espacio para caminar. Estas deficiencias provocan un deterioro del paisaje urbano, un impacto negativo en el medio ambiente (menor absorción de CO₂, reducción de la biodiversidad y aumento de la temperatura), una disminución de la calidad de vida y dificultades para la movilidad peatonal.

3. METODOLOGÍA

El presente estudio se enmarca en una

investigación descriptiva de campo, orientada a analizar la situación actual de la arborización urbana en las avenidas del Macrosector Este de la ciudad de Barquisimeto. La investigación adopta la modalidad de proyecto factible, lo que implica la elaboración de propuestas viables para mejorar la gestión y el mantenimiento del arbolado urbano, atendiendo a problemas concretos identificados en la infraestructura vial. El estudio se realizó en varias fases:

- Diagnóstico de la situación
- Análisis de la información
- Propuesta

3.1. Diagnóstico

Barquisimeto es el principal núcleo urbano y estratégico de la región Centro-Occidental de Venezuela, capital del estado Lara. La gestión del arbolado en Barquisimeto es un factor determinante en la calidad de vida urbana, donde la necesidad de sombra y embellecimiento debe equilibrarse con una planificación radicalmente más técnica. La población objeto de estudio está conformada por las vías arteriales arborizadas del Macrosector Este [1] (Figura 1), seleccionando como muestra aquellas avenidas que posterior a una inspección visual presentan mayor daño visible atribuible a la arborización (Tabla 1).

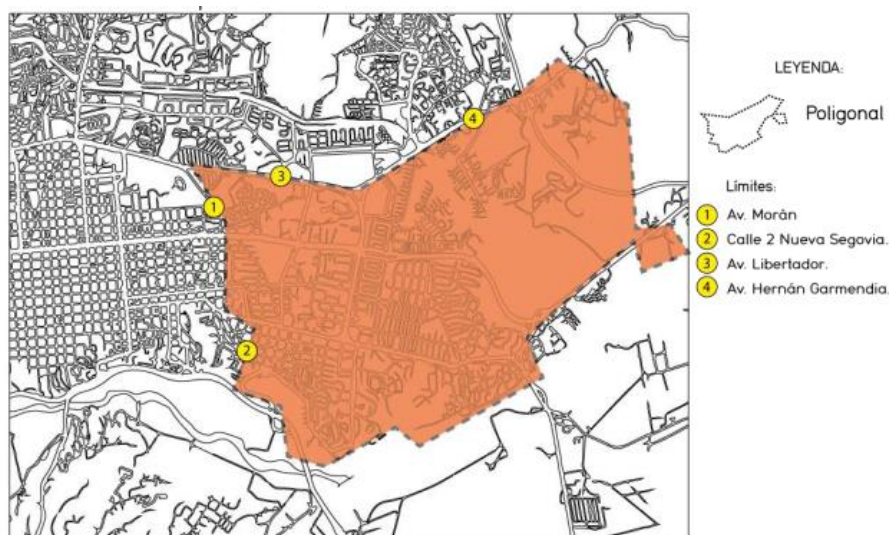


Figura 1. Macrosector Este de Barquisimeto. Fuente: [1]

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) [1], existen un total de 52 vías en este Macrosector de la ciudad. No obstante, para este estudio, solo se considerarán las vías arteriales que cumplan con la característica de estar arborizadas. La elección de la vialidad arterial se debe a su capacidad para conectar centros de trabajo, escuelas, parques y otros espacios que conforman el complejo ecosistema urbano, así como a la importancia de estas vías en la dinámica de la ciudad. Por lo tanto, el enfoque en las vías arteriales arborizadas permitirá un análisis más exhaustivo y relevante para la comprensión del

impacto de la arborización en la infraestructura vial del Macrosector Este.

La elección de las avenidas se basó en su relevancia vial y su capacidad para representar las condiciones generales del Macrosector Este. Son utilizadas por un gran número de peatones y vehículos diariamente lo que hace que la calidad de su arborización sea un factor determinante. La recolección de datos se llevó a cabo mediante observación directa, y entrevistas a los entes gubernamentales responsables del mantenimiento de las áreas verdes.

Tabla 1. Características de las vías arteriales seleccionadas como muestra. Fuente: los autores

Nombre Avenida	Tipo de vía	N° de canales	Ancho promedio (m)	Longitud (km)	Longitud levantada (km)	Diferencia porcentual de longitudes (%)
Av. Argimiro Bracamonte	Arterial	6	30	1,68	0,74	44,04
Av. Lara	Arterial	6	31	3,50	1,30	37,14
Av. Los Leones	Arterial	6	40	2,10	1,02	48,57
Av. Herman Garmendia	Arterial	4	34	2,92	1,16	39,72

La data registrada para efectos de este estudio corresponde a:

Características de las especies arbóreas

Se consideraron los siguientes elementos para el diagnóstico:

- Nombre científico y común del árbol
- Medida en metros desde la base hasta la copa
- Medida en centímetros a 1,30 m del suelo
- Clasificación en cuanto a saludable, enfermo, o muerto
- Observación de cortes o marcas en el tronco y ramas

Daños estructurales en las vías

- Descripción del daño observado (ej. grietas en aceras, obstrucción de caminos)
- Clasificación (leve, moderado, severo) según el impacto en la infraestructura
- Identificación de causas que provocan el daño
- Detalle sobre las fallas observadas en la infraestructura (ej. colapso de la

infraestructura peatonal)

- Ubicación específica donde se presenta el daño (ej. Acera, isla, orientación norte, sur, este u oeste)

Prácticas de gestión

Se elaboró una entrevista dirigida a los entes gubernamentales responsables de la gestión y mantenimiento de las áreas verdes en la ciudad de Barquisimeto, específicamente a los coordinadores generales de los mismos, con el propósito de evaluar las prácticas de mantenimiento del arbolado urbano en el Macrosector Este de la ciudad. En este caso corresponde a la Empresa Municipal de Infraestructura y Conservación del Ambiente (EMICA).

Las secciones de la entrevista se basaron en:

- Identificación de prácticas actuales, relacionadas con las técnicas y procedimientos de mantenimiento del arbolado urbano implementados por los entes gubernamentales.

- Evaluación de deficiencias, destinado a identificar cualquier insuficiencia en las prácticas actuales de mantenimiento, incluyendo la frecuencia del mismo, la formación del personal, y la selección de especies arbóreas

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Especies Arbóreas Observadas

El diagnóstico realizado en las avenidas arteriales del Macrosector Este de Barquisimeto, luego de 7 recorridos en campo, 2 en la Avenida Lara, Leones y Bracamonte, mientras que en la Avenida Herman

Garmendia solo fue necesario un solo recorrido, permitió identificar y analizar el impacto de la arborización urbana sobre la infraestructura vial y peatonal. A través de inspecciones de campo, registro georreferenciado, se evaluaron 254 árboles de 28 especies, de los cuales 70 ejemplares presentaron daños visibles en la infraestructura dando como resultado que el 28% de las especies arbóreas registradas generan, por su errada ubicación daño sobre la infraestructura urbana. En la Tabla 2 se reflejan las especies encontradas en las vías estudiadas.

Tabla 2. Especies arbóreas observadas en el Macrosector Este de Barquisimeto. Fuente: los autores

Nombre Científico	Nombre común	Familia
<i>Senna siamea</i>	Casia de Siam	Fabaceae
<i>Terminalia catappa</i>	Almendrón	Combretaceae
<i>Ficus religioso</i>	Amate Sagrado	Moraceae
<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate	Bignoniaceae
<i>Kigelia africana</i>	Árbol Salchicha	Bignoniaceae
<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de Vaca	Fabaceae
<i>Bucida buceras</i>	Júcaro	Combretaceae
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caobo	Meliaceae
<i>Albizia niopoides</i>	Carabali	Fabaceae
<i>Prosopis juliflora</i>	Cují Yaque	Fabaceae
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Malvaceae
<i>Ficus septica</i>	Ficus Septica	Moraceae
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	Malvaceae
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Fabaceae
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia	Magnoliaceae
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón	Sapindaceae
<i>Bravaisa integerrima</i>	Naranjillo	Acanthaceae
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá	Bignoniaceae
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Anacardiaceae
<i>Azadirachta indica</i>	Neem	Meliaceae
<i>Sapindus saponaria</i>	Parapara	Sapindaceae
<i>Andira inermis</i>	Pilón	Euphorbiaceae
<i>Podocarpus salignus</i>	Maño	Podocarpaceae
<i>Pyracantha coccinea</i>	Espino de fuego	Rosaceae
<i>Platymiscium diadelphum</i>	Roble	Fabaceae
<i>Samanea saman</i>	Samán	Fabaceae
<i>Myoporum laetum</i>	Siempre Verde	Araceae
<i>Pithecellobium dulce</i>	Yacure	Fabaceae

4.2. Daños en Infraestructura Detectados

En la Tabla 3 se observa el nivel de daño y caracterización del mismo para las vías

observadas. Mientras que en la Figura 2 se observan los daños ocasionados a las vías evaluadas, mientras que en la Figura 2 se identifican daños en la infraestructura.

Tabla 3. Caracterización del tipo de daño causado. Fuente: los autores

Tipo de daño	Caracterización
Leve	Deterioro y fractura en la acera Fracturas en la estructura de la tanquilla
Moderado	Deformación del pavimento articulado Elevación de la estructura de la tanquilla Desnivel en el pavimento articulado Elevación en la infraestructura peatonal
Severo	Daño estructural en la tanquilla Daño severo en la infraestructura peatonal Daño combinado en la infraestructura peatonal y vial Ruptura y deformación en la superficie de la calzada



Daños Leves
Deformación del pavimento articulado
Av. Lara



Daños Moderados
Elevación de la infraestructura peatonal
Av. Leones



Daños Severos
Daño estructural en la tanquilla
Av. Leones

Figura 2. Daños observados en la infraestructura urbana. Fuente: los autores

4.3. Relación Especie Arbórea y Tipo de Daño

Los resultados revelan que el Azadirachta indica denominada vulgarmente Neem, y el Andira inermis denominado Pílon son las especies con mayor incidencia de daños,

representando el 30% y 29% respectivamente de los casos observados. El Neem destaca por causar principalmente daños severos con un 48% de los casos asociados a esta especie, mientras que el Pílon se relaciona con daños leves y moderados. Otras especies como el Roble, Mango, Árbol Salchicha, Siempre

Verde, Guaje, Apamate, Samán y Ceiba también presentaron incidencias, aunque en menor proporción.

La plantación indiscriminada de especies exóticas o de gran porte, tales como el Neem y Pilón, sin considerar la compatibilidad entre el desarrollo radicular de éstas y la capacidad portante o disposición estructural de la infraestructura vial existente. En algunos casos ha generado daños materiales que afectan directamente la movilidad peatonal y

vehicular, así como la funcionalidad del drenaje superficial, comprometiendo la evacuación eficiente de aguas de lluvia. En el caso específico del Neem, cuyas raíces dañan aceras y calzadas y la deficiente gestión y mantenimiento de los espacios públicos, lo que ha llevado incluso a la tala masiva y la pérdida de cobertura vegetal en avenidas principales. En la Tabla 4 se observa el porcentaje de daño detectado causado por las especies arbóreas.

Tabla 4. *Especies observadas por daños causados en la infraestructura urbana. Fuente: los autores*

Nombre científico	Familia	Nombre común	Daños	% Observado
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Neem	Si	30
<i>Andira inermis</i>	Euphorbiaceae	Pilón	Si	29
<i>Platymiscium diadelphum</i>	Fabaceae	Roble	Si	6
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Mango	Si	6
<i>Kigelia africana</i>	Bignoniaceae	Árbol Salchicha	Si	6
<i>Myoporum laetum</i>	Scrophulariaceae	Siempre Verde	Si	5
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	Guaje	Si	5
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	Apamate	Si	3
<i>Samanea saman</i>	Fabaceae	Samán	Si	3
<i>Ceiba pentrandra</i>	Malvaceae	Ceiba	Si	3
<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	Caobo	Si	1
<i>Podocarpus salignus</i>	Podocarpaceae	Maño	Si	1

Se identificaron tres niveles de afectación: leve como fracturas en aceras y tanquillas; moderado para deformación y desnivel del pavimento, elevación de infraestructuras; y severo como daño estructural en tanquillas, ruptura y deformación de calzadas. La variabilidad en la magnitud y tipo de daño sugiere que, además de la especie, influyen factores como el mantenimiento, la poda y las condiciones ambientales. En la Tabla 5 se detalla el porcentaje de daños en función de leve, moderado y severo de las especies con mayor magnitud de deterioro observado en las vías arteriales.

Tabla 5. *Especies observadas por daños causados en la infraestructura urbana. Fuente: los autores*

Nombre científico	Leve (%)	Moderado (%)	Severo (%)
<i>Azadirachta indica</i>	40,4	11,2	48,4
<i>Andira inermis</i>	38,2	35,8	26

De igual manera realizó el estudio de ocurrencia clasificación de daños y fallas presentes para el Andira inermis (Pilón), demostrando en el grafico 2 la evidencia Leve; 38,2 Moderado; 35,8 Severo; 26 de los porcentajes de daños por categorías (leve, moderado y severo) causados por el Pilón donde los daños leves (38%) y moderados (36%) representan los daños más comunes por la especie observados en la infraestructura urbana de las avenidas estudiadas. En Figura 3 se observan las especies muestreadas causantes de daños y fallas en la infraestructura urbana del Macrosector Este de Barquisimeto, observándose 4 grupos: especies causantes de daños leves y moderados; especies causantes de daños leves y severos; especies causantes de daños moderados y severos; y especies causantes de daños leves.

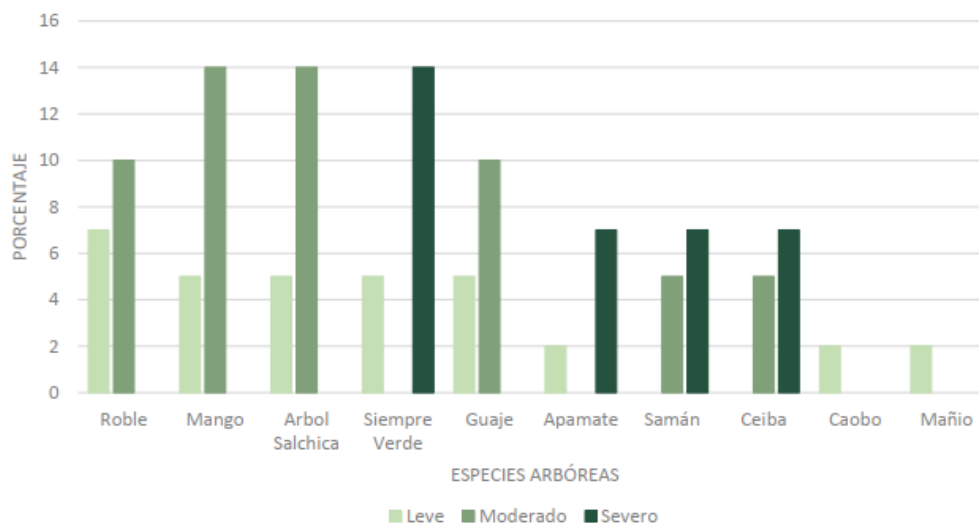


Figura 3. Especies arbóreas causantes de daños y fallas en el Macrosector Este de Barquisimeto.
 Fuente: los autores

4.4. Entrevista a Personal de EMICA

El análisis de las respuestas proporcionadas revela varios aspectos clave sobre la gestión del mantenimiento de áreas verdes y la arborización en un contexto urbano, así como los desafíos que enfrenta el proceso. En cuanto a la estructura y proceso de mantenimiento:

- **Organización y Supervisión:** Se menciona que las cuadrillas de trabajo están supervisadas por un responsable que guía las actividades. Esta estructura es fundamental para asegurar que se sigan los protocolos adecuados durante el mantenimiento de los árboles y áreas verdes.
- **Capacitación del Personal:** La capacitación inicial del personal es un paso crucial. Se realiza una exposición breve seguida de prácticas, lo que sugiere un enfoque en la formación continua para mejorar las habilidades del equipo.
- **Frecuencia de Mantenimiento:** La poda se lleva a cabo cada 3 o 4 meses, comenzando en diciembre, lo que indica una planificación estacional que puede estar relacionada con eventos locales como la visita de la Divina Pastora. Esto refleja una integración de las actividades de mantenimiento con el calendario cultural y social de la comunidad.

Desafíos en la Gestión del Arbolado Urbano

- **Condiciones Ambientales:** La escasez de agua ha llevado a la utilización de materiales alternativos como chamota y canto rodado en lugar de plantas decorativas, lo que muestra una adaptación a las condiciones climáticas adversas.
- **Falta de conciencia comunitaria:** Se identifica una falta de pertenencia entre los habitantes hacia las áreas verdes, lo que resulta en el robo de siembras. Este aspecto resalta la necesidad de involucrar a la comunidad en la conservación y mantenimiento del entorno.
- **Escasez de Profesionales:** La falta de expertos para capacitar adecuadamente al personal es otro obstáculo significativo. Esto puede afectar la calidad del trabajo realizado y la salud general de los árboles.
- **Problemas Estructurales Causados por Raíces:** Se reportan solicitudes frecuentes para la extracción de raíces que afectan infraestructuras urbanas, lo que indica un conflicto entre el crecimiento natural de los árboles y las necesidades urbanísticas. Este problema no solo afecta el paso peatonal, sino que también provoca daños en el asfalto, creando peligros adicionales para los transeúntes.

El análisis sugiere que, aunque existen estructuras organizativas y procesos establecidos para el mantenimiento de áreas verdes, hay desafíos significativos relacionados con factores ambientales, comunitarios y profesionales. Para mejorar la situación, sería beneficioso implementar programas educativos para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia del cuidado del entorno, así como fomentar la formación continua del personal encargado del mantenimiento. Además, se debe considerar un enfoque más integral que incluya la colaboración con expertos en arboricultura para abordar los problemas fitosanitarios y estructurales derivados del crecimiento de las raíces.

5. PROPUESTA

La "Guía de Arborización Macrosector Este Barquisimeto" se presenta como una herramienta fundamental para abordar los desafíos que enfrenta la infraestructura urbana en el contexto de la arborización. En un entorno cada vez más urbanizado, donde los árboles son esenciales para mejorar la calidad del aire, regular el clima y embellecer el paisaje urbano, es crucial establecer directrices claras para su adecuada selección y

mantenimiento. Esta guía no sólo busca mitigar los daños que las raíces de los árboles pueden causar en las infraestructuras, sino también promover la creación de espacios verdes que beneficien a la comunidad y al medio ambiente.

5.1. Objetivos de la Guía

- Proporcionar criterios claros para la selección de especies arbóreas que sean adecuadas para el Macrosector Este de Barquisimeto, minimizando así los daños en la infraestructura urbana y garantizando un crecimiento saludable de los árboles.
- Establecer directrices claras para la implementación de programas de arborización que guíen a las instituciones locales en la planificación, ejecución y supervisión de proyectos de arborización.

A través de estos objetivos, la guía busca integrar la arborización dentro de una planificación urbana más amplia, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo urbano y la conservación del medio ambiente.

Por la extensión de la guía, se deja aquí el QR que lleva al documento generado (Figura 4).



Figura 4. Especies arbóreas causantes de daños y fallas en el Macrosector Este de Barquisimeto.
Fuente: los autores

6. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio indican que el *Azadirachta indica* (Neem) y el *Andira inermis* (Pilón) son las especies que generan mayores daños en la infraestructura urbana del Macrosector Este de Barquisimeto, especialmente en aceras e islas centrales. El Neem fue responsable de hasta un 48% de los daños severos, y el Pilon presentó daños leves en un 38,2% y moderados en un 35,8%. Estas especies tienen un crecimiento radicular superficial y un desarrollo estructural incompatible con los espacios urbanos reducidos, por lo que se recomienda excluirlas de futuras plantaciones en estas zonas.

Los hallazgos obtenidos enfatizan la necesidad de implementar medidas de gestión más rigurosas para estas especies, considerando su impacto negativo y buscando alternativas más prudentes para la arborización urbana. Así como es fundamental implementar programas de mantenimiento adecuados y para cada ejemplar. Una gestión proactiva del arbolado urbano, que incluya podas regulares, fertilización y control de plagas, puede reducir significativamente el riesgo de daños a la infraestructura.

El presente estudio ha permitido identificar 16 especies arbóreas que, al no presentar daños significativos en el Macrosector Este de Barquisimeto, demuestran su adaptabilidad a las condiciones locales y su potencial para ser utilizadas en futuras plantaciones. Entre ellas se encuentran las siguientes especies: *Senna siamea*; *Terminalia catapp*; *Ficus religiosa*; *Bauhinia variegata*; *Bucida buceras*; *Albizia niopoides*; *Prosopis juliflora*; *Ficus séptica*; *Guazuma ulmifolia*; *Magnolia grandiflora*; *Melicoccus bijugatus*; *Bravaisa integerrima*; *Jacaranda mimosifolia*; *Sapindus saponaria*; *Pyracantha coccinea* y *Pithecellobium dulce*. Además, de estas especies se han propuesto en la guía una lista de 10 nuevas especies que, considerando sus características y el contexto, de esta manera podrían enriquecer la diversidad arbórea del Macrosector y contribuir a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

A partir de los resultados de este estudio en las

avenidas del Macrosector Este de Barquisimeto, se ha elaborado una Guía de Arborización diseñada, a través de una evaluación detallada de las condiciones locales y el análisis de diversas especies arbóreas, se ha seleccionado un conjunto de especies que, por sus características, son ideales para enriquecer el arbolado urbano en estas vías. Al implementar las estrategias propuestas en la guía, se espera mejorar significativamente la calidad de vida de los habitantes, aumentar la biodiversidad urbana y contribuir a la mejora de la calidad ambiental de la ciudad. La colaboración entre diferentes disciplinas es fundamental para garantizar la buena planificación del arbolado urbano en la ciudad de Barquisimeto.

Finalmente, se destaca la necesidad de contar con políticas públicas claras, recursos técnicos y participación ciudadana para garantizar una adecuada planificación y gestión del arbolado urbano. La Guía de Arborización resultante de este estudio, ofrece a través de una evaluación detallada de las condiciones locales y el análisis de diversas especies arbóreas, se ha seleccionado un conjunto de especies que, por sus características, son ideales para enriquecer el arbolado urbano en estas vías que, si se aplican correctamente, permitirán mejorar la calidad del entorno urbano y la funcionalidad de las infraestructuras en Barquisimeto. Asimismo, se deben fortalecer las alianzas entre instituciones públicas, privadas y la sociedad civil para promover la participación ciudadana que garanticen la conservación.

7. FINANCIAMIENTO

La investigación que ha dado origen a este artículo no ha recibido el aporte financiero de ninguna fuente.

8. AGRADECIMIENTOS

Al personal de EMICA que brindaron colaboración ya sea en las entrevistas como en la toma de data.

9. CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

10. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización de la temática J.G.G.T y A.J.I.Q.; inspección y diagnóstico M.C.H.P. y S.A.R.; edición y desarrollo de la propuesta J.G.G.T, A.J.I.Q., M.C.H.P. y S.A.R.

9. REFERENCIAS

- [1] Concejo Municipal de Iribarren, “*Ordenanza de Reforma de la Ordenanza del Plan de Desarrollo Urbano Local de la Ciudad de Barquisimeto*”, Gaceta Municipal de Iribarren, Extraordinaria N° 1803, 28-ago-2003
- [2] T. Esquivel y S. Quijas, “Daños al pavimento por arbolado urbano en Puerto Vallarta, México”. *Estudios Ambientales Mexicanos*, 5(1), 22–35. 2021
- [3] D.J. Nowak y J.F. Dwyer, “*Understanding the Benefits and Costs of Urban Forests. In: Urban Forests: A Resource for Sustainability*”, Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/312470680_Understanding_the_benefits_and_costs_of_urban_forest_ecosystems, 2007
- [4] R. Kaplan y S. Kaplan, “*The experience of nature: A psychological perspective*”. Cambridge University Press. 1989
- [5] A. Coelho, “Evaluación del riesgo del arbolado urbano en Montevideo, Uruguay”, *Revista Uruguaya de Arboricultura Urbana*, 12(3), 45–60. 2021
- [6] National Geographic. Urban threats. *National Geographic* <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/urban-threats>”. 2024
- [7] H. Erixon, S. Borgström, y E. Andersson, “*Urban sustainability and the integration of green infrastructure in urban planning*” Stockholm Resilience Centre, 2013

10. LICENCIA Y DERECHO DE AUTOR

Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Los autores conservan los derechos de autor de los artículos publicados y otorgan al editor el derecho a publicarlos, a ser citados como su editor original en caso de reutilización y a distribuirlos en todos los formatos y medios.

11. LICENSING & COPYRIGHT

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-NC-SA 4.0)

Authors retain copyright of the published papers and grant to the publisher the right to publish the article, to be cited as its original publisher in case of reuse, and to distribute it in all forms and media.