



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA**  
**SOSTENIBILIDAD DEL ARBOLADO URBANO EN LA CIUDAD DE**  
**RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:**

**LUIS EDUARDO SORIA YANQUE**

Riobamba – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA**  
**SOSTENIBILIDAD DEL ARBOLADO URBANO EN LA CIUDAD DE**  
**RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:** LUIS EDUARDO SORIA YANQUE

**DIRECTOR:** ING. ROLANDO FABIAN ZABALA VIZUETE

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Luis Eduardo Soria Yanque

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Luis Eduardo Soria Yanque, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 04 de junio del 2024

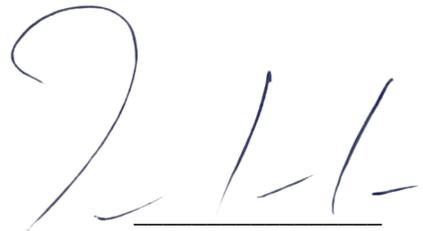
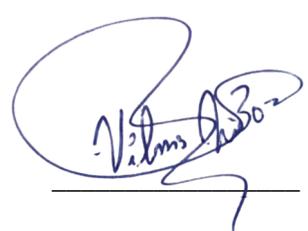


**Luis Eduardo Soria Yanque**

**050483555-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA SOSTENIBILIDAD DEL ARBOLADO URBANO EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por el señor: **LUIS EDUARDO SORIA YANQUE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Danny Daniel Castillo Vizuite <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024/06/4
Ing. Rolando Fabian Zabala Vizuite <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024/06/4
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024/06/4

## **DEDICATORIA**

"Dedico este trabajo con profunda gratitud y amor a Dios, quien ha sido mi roca inquebrantable y mi fuente de fortaleza en cada momento de esta travesía. A mi amado padre, Camilo Soria, y a mi querida madre, Rosa Yanque, cuyo inmenso amor y sacrificio han sido la luz que ilumina mi camino y el combustible que alimenta mis sueños. A mis adorados hermanos, Natali y Xavier, por ser mis cómplices y mis mejores aliados en esta aventura llamada vida. Y a mis queridos abuelitos en el cielo, cuya presencia y amor perduran en cada latido de mi corazón, guiándome desde lo más alto con su sabiduría y cariño".

Eduardo

## **AGRADECIMIENTO**

“Con infinito agradecimiento, elevo mi más sincera gratitud a Dios, cuya luz ha iluminado cada paso de este viaje académico. A mis amados padres y hermanos, les debo todo: su amor incondicional y su apoyo constante han sido mi roca en los momentos de incertidumbre y celebración. A mi querido tutor, el Ing. Rolando Zabala, y a mi querida asesora, la Ing. Vilma Noboa, les agradezco desde lo más profundo de mi ser por su sabiduría, paciencia y aliento constante. A Nathaly, mi ser especial, mi gratitud eterna por tu amor y compañía en este viaje. A mis entrañables amigos Melanie, Kevin, Kelvin y Josué, gracias por compartir este trayecto conmigo, por ser mi soporte emocional. Y a las personas extraordinarias que tendieron su mano cuando más lo necesitaba, al Ing. Adán Ramírez y al Ing. Mauricio Sinche, mi eterna gratitud por su bondad y generosidad. Su ayuda desinteresada fue un rayo de esperanza en mis días más oscuros. Que sus corazones reciban todo el amor y la gratitud que les envío desde lo más profundo de mi ser”.

Eduardo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1	Planteamiento del problema .....	2
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	<i>Objetivo general</i> .....	2
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.3	Justificación.....	3

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO .....	4
2.1	Marco Legal .....	4
2.2	Arbolado urbano.....	8
2.2.1	<i>Importancia</i> .....	8
2.3	<i>Censo forestal</i> .....	9
2.3.1	<i>Parámetros de medición</i> .....	9
2.3.1.1	<i>DAP (Diámetro a la Altura del Pecho)</i> .....	9
2.3.1.2	<i>Altura</i> .....	10
2.4	Silvicultura .....	10
2.4.1	<i>Silvicultura urbana</i> .....	11
2.4.2	<i>Poda</i> .....	11
2.4.3	<i>Raleo</i> .....	12
2.5	Espacio público .....	12
2.5.1	<i>Avenida</i> .....	13

2.5.2	<i>Parque</i> .....	13
2.5.3	<i>Áreas verdes</i> .....	14
2.6	<b>Plan de gestión para arbolado urbano</b> .....	14
2.6.1	<i>Planificación urbana</i> .....	15
2.6.2	<i>Gestión forestal</i> .....	15
2.6.3	<i>Factores ambientales</i> .....	15
2.6.4	<i>Factores sociales</i> .....	16
2.6.5	<i>Factores económicos</i> .....	17

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	18
3.1	<b>Tipo de investigación</b> .....	18
3.2	<b>Área de estudio</b> .....	18
3.2.1	<i>Localización</i> .....	18
3.2.2	<i>Ubicación Geográfica</i> .....	19
3.2.3	<i>Características climáticas</i> .....	19
3.3	<b>Materiales y métodos</b> .....	19
3.3.1	<i>Materiales</i> .....	19
3.3.2	<i>Software</i> .....	20
3.4	<b>Metodología</b> .....	20
3.4.1	<i>Determinar el arbolado urbano en parques y avenidas, mediante un censo</i> .....	20
3.4.2	<i>Trabajo de campo</i> .....	20
3.4.3	<i>Análisis de datos</i> .....	21
3.4.4	<i>Elaboración de una propuesta de un plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano</i> .....	21
3.5	<b>Población y muestra</b> .....	22
3.5.1	<i>Población</i> .....	22
3.5.2	<i>Muestra</i> .....	22

### CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	23
4.1	<b>Analizar el estado actual del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba</b> .....	23

4.1.1	<i>Especies registradas en los parques públicos de la ciudad de Riobamba</i> .....	23
4.1.2	<i>Frecuencia de las especies en los parques públicos</i> .....	24
4.1.3	<i>Forma de fuste de las especies identificadas en parque</i> .....	25
4.1.4	<i>Estado fitosanitario de especies identificadas en parques</i> .....	26
4.1.5	<i>Especies identificadas en las avenidas de la ciudad de Riobamba</i> .....	26
4.1.6	<i>Frecuencia de las especies en avenidas</i> .....	27
4.1.7	<i>Forma de fuste de las especies identificadas en avenidas</i> .....	29
4.1.8	<i>Estado fitosanitario de especies identificadas en avenidas</i> .....	30
4.2	<b>Elaboración un plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano, proponiendo medidas específicas para el manejo adecuado de las especies</b> .....	30

## CAPÍTULO V

5.	<b>MARCO PROPOSITIVO</b> .....	31
5.1	<b>Propuesta del Plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano</b> .....	31
5.1.1	<i>Considerando</i> .....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
5.1.2	<b>Capítulo I</b> .....	34
5.1.2.1	<i>Disposiciones generales:</i> .....	34
5.1.3	<b>Capítulo II</b> .....	34
5.1.3.1	<i>Arbolado urbano en la ciudad</i> .....	34
5.1.3.2	<i>Arbolado para la ciudad de Riobamba</i> . .....	35
5.1.4	<b>Capítulo III</b> .....	36
5.1.4.1	<i>Competencias Generales</i> . .....	36
5.1.4.2	<i>Propuesta Para Un Plan De Manejo Sostenible</i> .....	36
5.1.5	<b>Capítulo IV</b> .....	38
5.1.5.1	<i>Conservación y manejo</i> . .....	38
5.1.6	<b>Capítulo V</b> .....	40
5.1.6.1	<i>Métodos de evaluación</i> .....	40
5.2	<b>Discusión</b> .....	41

## CAPÍTULO VI

6.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	43
6.1	<b>CONCLUSIONES</b> .....	43

<b>6.2</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4-1:</b> Especies identificadas en parques.....	23
<b>Tabla 4-2:</b> Frecuencia por género .....	24
<b>Tabla 4-3:</b> Especies identificadas en avenidas .....	26
<b>Tabla 4-4:</b> Frecuencia por género .....	27
<b>Tabla 5-1:</b> Especies recomendadas para la ciudad.....	36

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b>	Mapa de ubicación .....	18
<b>Ilustración 3-2:</b>	Propuesta del plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano ...	21
<b>Ilustración 4-1:</b>	Forma de fuste .....	25
<b>Ilustración 4-2:</b>	Estado fitosanitario .....	26
<b>Ilustración 4-3:</b>	Forma de fuste .....	29
<b>Ilustración 4-4:</b>	Estado fitosanitario .....	30
<b>Ilustración 5-1:</b>	Diagnóstico .....	31

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** MATRIZ DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS
- ANEXO B:** ESPECIE NATIVA
- ANEXO C:** ESPECIE INTRODUCIDA
- ANEXO D:** RECOLECCIÓN DE DATOS

## RESUMEN

La ciudad de Riobamba, Ecuador, enfrenta desafíos en la gestión del arbolado urbano, lo que afecta la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida de sus habitantes. La falta de planificación y recursos ha resultado en la pérdida de árboles, disminución de áreas verdes y problemas de salud pública. El rápido crecimiento urbano agrava estos problemas al comprometer la conectividad ecológica y la diversidad biológica. Por lo tanto, en este estudio por medio de la silvicultura urbana se busca mejorar el manejo sostenible del arbolado, establecer criterios para la planificación, manejo y mantenimiento del arbolado urbano, mediante un diagnóstico cuantitativo y cualitativo de las especies presentes en parques públicos y avenidas de la ciudad. En los parques públicos de Riobamba, se registraron 1.344 individuos distribuidos en 37 especies diferentes, junto con 42 especies adicionales muertas en pie. La especie más predominante fue *Acacia*, seguida por *Callistemon*, *Tecoma* y *Populus*. Se observaron diversas características del fuste de los árboles, como sinuosidad, bifurcación e inclinación, así como la presencia de árboles muertos en pie. En cuanto al estado fitosanitario, la gran mayoría de los árboles estaban en buen estado de salud, aunque se detectaron algunos signos de enfermedad y debilidad. En las avenidas de Riobamba, se contabilizaron un total de 3.906 individuos distribuidos en 31 especies, con 72 especies adicionales muertas en pie. *Acacia* también fue la especie más común en este entorno, seguida de *Callistemon*, *Populus* y *Jacaranda*. Al igual que en los parques públicos, se identificaron diversas características del fuste de los árboles y se registró un estado fitosanitario mayoritariamente saludable, aunque con algunos árboles que mostraban signos de enfermedad, debilidad o moribundez. Finalmente, se diseñó un Plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano, es de importancia para el accionar del cabildo, en bien del manejo, cuidado y conservación del arbolado en la ciudad.

**Palabras clave:** <GESTIÓN DEL ARBOLADO URBANO>, <CALIDAD DE VIDA>, <PÉRDIDA DE ÁRBOLES>, <CRECIMIENTO URBANO>, <SILVICULTURA URBANA>, <PLANIFICACIÓN>, <PARQUES PÚBLICOS>, <AVENIDAS>

0988-DBRA-UPT-2024

10-07-2024

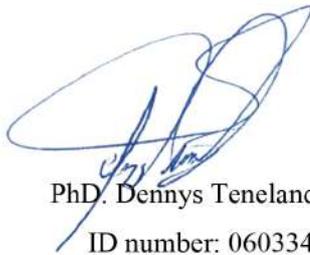


## ABSTRACT

The city of Riobamba, Ecuador, faces challenges in managing urban trees, which affects environmental sustainability and the quality of life of its inhabitants. The lack of planning and resources has resulted in the loss of trees, decreased green areas, and public health problems. Rapid urban growth exacerbates these problems by compromising ecological connectivity and biological diversity. Therefore, in this study, through urban forestry, we seek to improve the sustainable management of trees and establish criteria for the planning, managing, and maintaining urban trees through a quantitative and qualitative diagnosis of the species present in public parks and avenues from the city. In the public parks of Riobamba, 1,344 individuals distributed in 37 different species were recorded, along with 42 additional species dead standing. The most predominant species was Acacia, followed by Callistemon, Tecoma, and Populus. Various characteristics of the tree trunks were observed, such as sinuosity, bifurcation, inclination, and the presence of standing dead trees. Regarding the phytosanitary status, most trees were in good health, although some signs of disease and weakness were detected. In the avenues of Riobamba, 3,906 individuals distributed in 31 species were counted, with 72 additional species dead standing. Acacia was also the most common species in this environment, followed by Callistemon, Populus, and Jacaranda. As in public parks, various characteristics of the tree trunks were identified, and a primarily healthy phytosanitary status was recorded, although some trees showed signs of disease, weakness, or dying. Finally, a sustainable management plan was designed to manage urban trees. The council needs to take action for the sake of the city's management, care, and conservation of trees.

**Keywords:** <URBAN TREE MANAGEMENT>, <QUALITY OF LIFE>, <TREE LOSS>, <URBAN GROWTH>, <URBAN FORESTRY>, <PLANNING>, <PUBLIC PARKS>, <AVENIUS>

Riobamba, July 15<sup>th</sup>, 2024



PhD. Dennys Tenelanda López  
ID number: 0603342189

## **INTRODUCCIÓN**

El arbolado urbano desempeña un papel trascendental en el bienestar de las ciudades y sus habitantes, ofreciendo muchos beneficios sociales, económicos y ambientales. Un estudio realizado por (McDonald, 2022. págs. 1-10) mostró que las ciudades con mayor cobertura arbórea experimentaron temperaturas más frescas y menos olas de calor, lo que indica el papel fundamental de los árboles en la atenuación del cambio climático y la adaptación a sus efectos. Esta capacidad de los árboles para mitigar el efecto de isla de calor urbana y regular la temperatura es particularmente importante en un contexto de cambio climático y urbanización creciente.

Además de sus beneficios climáticos, los árboles urbanos también mejoran la salud de los residentes y la calidad del aire. La reducción de la contaminación atmosférica por la vegetación urbana podría evitar alrededor de 27.000 muertes prematuras en todo el mundo cada año (Vos et al., 2019. pág. 220). Esta capacidad de los árboles para purificar contaminantes del aire es especialmente relevante en áreas densamente pobladas y con altos niveles de contaminación.

La implementación de un plan de gestión adecuado para el arbolado urbano es fundamental para maximizar los diversos beneficios que brindan los árboles en las urbes. La planificación y el manejo del arbolado urbano son esenciales para asegurar la provisión sostenible de los servicios ecosistémicos que brindan los árboles en las ciudades (Sánchez et al., 2019. págs. 101-118).

Un plan de gestión eficaz debe considerar diversos aspectos, como la adecuada selección de especies, la ubicación apropiada de los árboles, los métodos de plantación y mantenimiento, y la participación de la ciudadanía. Como señalan (Escobedo et al., 2022. Págs. 101-120), la selección de especies adecuadas para las condiciones urbanas específicas es un factor importante para el éxito de los proyectos de forestación urbana. Además, es esencial involucrar a los habitantes locales en el proceso de planificación y gestión del arbolado, fomentando su participación y cuidado.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

Riobamba es uno de los 209 cantones que no cumple la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que menciona que se debe contar con al menos de nueve metros cuadrados de espacios verdes por habitante. La falta de personal capacitado, equipos adecuados y programas de mantenimiento preventivo ha contribuido a la aparición de problemas como la carencia de poda, el manejo inapropiado de enfermedades y plagas, y la falta de reposición de árboles perdidos.

La ciudad de Riobamba enfrenta desafíos específicos producidos de su crecimiento urbano acelerado y la presión sobre el espacio público. El desarrollo inmobiliario desmandado, la expansión de la infraestructura vial y la competencia por el uso del suelo, ha dado lugar a la pérdida de áreas verdes y fragmentación del arbolado urbano, involucrando la conectividad ecológica y la diversidad biológica en la urbe. Finalmente, la selección inadecuada de especies para el arbolado urbano ha causado problemas muy representativos como la obstrucción de tuberías, el levantamiento del asfaltado y daño al alambrado público

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 *Objetivo general*

Diseñar un plan de gestión para mejorar la sostenibilidad del arbolado urbano en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

#### 1.2.2 *Objetivos específicos*

- Analizar el estado actual del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba.
- Elaborar un plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano, proponiendo medidas específicas para el manejo adecuado de las especies.

### **1.3 Justificación**

El arbolado urbano desempeña un papel importante en la creación de ambientes saludables, atractivos y sostenibles. Sin embargo, en muchas urbes, incluida la ciudad de Riobamba, la gestión encara una serie de desafíos que amenazan su sostenibilidad y contribuyen a la degradación de la vegetación urbana. Por lo tanto, la elaboración de un plan de gestión asignado a mejorar la sostenibilidad del arbolado en la ciudad de Riobamba se realiza por las siguientes razones: Para mejorar el impacto en la calidad de vida ya que proporciona beneficios estéticos y también desempeña un papel crucial en la mejora de la calidad del aire, la disminución del ruido, la regulación de la temperatura y el fomento de la salud mental y física de los habitantes urbanos (Henaó, 2022, pág. 1762). Un plan de gestión efectivo puede maximizar estos beneficios, mejorando así la calidad de vida de los residentes de la ciudad, además ayuda a la adaptación al cambio climático, las ciudades enfrentan desafíos como sequías, inundaciones y olas de calores así que esto puede actuar como una instrumento clave para mitigar los impactos del cambio climático al proveer sombra, reducir la escorrentía de agua y absorber dióxido de carbono (Zumbado, 2020, p. 30-36) y finalmente, la gestión sostenible está alineada con los principios del desarrollo sostenible, ya que ayuda a la creación de ciudades más verdes, resilientes y habitables (Canizales, 2020, págs. 111-113).

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Marco Legal**

El Artículo 3, numeral 7 de la Constitución de la República del Ecuador establece como uno de los deberes primordiales del Estado: “Proteger el patrimonio natural y cultural del país”;

Los Artículos 14 y 71 de la Constitución de la República del Ecuador: “Garantizan el derecho de los ciudadanos y ciudadanas a vivir en una ambiente sano y ecológicamente equilibrado; y consagran los derechos de la naturaleza”;

El Artículo 14, segundo inciso de la Constitución de la República del Ecuador menciona: “Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”;

El Artículo 71, segundo inciso de la Constitución de la República del Ecuador establece: “El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”;

El Artículo 83, numeral 13 de la Constitución de la República del Ecuador establece que son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y ecuatorianos: “13. Conservar el patrimonio cultural y natural del país, y cuidar y mantener los bienes públicos.”;

El Artículo 225, numeral 2 de la Constitución de la República del Ecuador menciona: “El sector público comprende las entidades que integran el régimen autónomo descentralizado”;

El Artículo 226 de la Constitución de la República del Ecuador menciona: “Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución.”;

El Artículo 227 de la Constitución de la República del Ecuador menciona: “La administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación.”;

El Artículo 238 de la Constitución de la República del Ecuador menciona: “Los gobiernos autónomos descentralizados gozarán de autonomía política, administrativa y financiera, y se regirán por los principios de solidaridad, subsidiariedad, equidad interterritorial, integración y participación ciudadana. En ningún caso el ejercicio de la autonomía permitirá la secesión del territorio nacional. Constituyen gobiernos autónomos descentralizados las juntas parroquiales rurales, los concejos municipales, los concejos metropolitanos, los consejos provinciales y los consejos regionales.”;

El Artículo 240 de la Constitución de la República del Ecuador menciona: “Los gobiernos autónomos descentralizados de las regiones, distritos metropolitanos, provincias y cantones tendrán facultades legislativas en el ámbito de sus competencias y jurisdicciones territoriales. Las juntas parroquiales rurales tendrán facultades reglamentarias. Todos los gobiernos autónomos descentralizados ejercerán facultades ejecutivas en el ámbito de sus competencias y jurisdicciones territoriales.”;

El Artículo 264, numeral 8 de la Constitución de la República del Ecuador establece como una de las competencias exclusivas de los gobiernos municipales: “8. Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines.”;

El Artículo 395, numeral 2 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que: “Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.”

El Objetivo 11, de la Agenda para el Desarrollo Sostenible impulsado por las Naciones Unidas como parte de la Agenda 2030 menciona lo siguiente: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”.

El Objetivo 13, de la Agenda para el Desarrollo Sostenible impulsado por las Naciones Unidas como parte de la Agenda 2030 menciona lo siguiente: “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”.

El Objetivo 15, de la Agenda para el Desarrollo Sostenible impulsado por las Naciones Unidas como parte de la Agenda 2030 menciona lo siguiente: “Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad”.

El Artículo. 7 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), menciona: “Facultad normativa. - Para el pleno ejercicio de sus competencias y de las facultades que de manera concurrente podrán asumir, se reconoce a los consejos regionales y provinciales concejos metropolitanos y municipales, la capacidad para dictar normas de carácter general a través de ordenanzas, acuerdos y resoluciones, aplicables dentro de su circunscripción territorial.”;

El Artículo. 29 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), menciona dentro de las funciones de los gobiernos autónomos descentralizados “De legislación, normatividad y fiscalización”;

El Artículo. 55 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) menciona: “Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley; en el literal h) Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines;

El Artículo. 57 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) menciona las Atribuciones del concejo municipal: “El ejercicio de la facultad normativa en las materias de competencia del gobierno autónomo descentralizado municipal, mediante la expedición de ordenanzas cantonales, acuerdos y resoluciones”;

El Artículo. 144 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), Ejercicio de la competencia de preservar, mantener y difundir el patrimonio cultural

establece: “Corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, formular, aprobar, ejecutar y evaluar los planes, programas y proyectos destinados a la preservación, mantenimiento y difusión del patrimonio arquitectónico, cultural y natural de su circunscripción y construir los espacios públicos para estos fines. (...)”;

El Artículo. 322 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) menciona: “Los consejos regionales y provinciales y los concejos metropolitanos y municipales aprobarán ordenanzas regionales, provinciales, metropolitanas y municipales, respectivamente, con el voto conforme de la mayoría de sus miembros; Los proyectos de ordenanzas, según corresponda a cada nivel de gobierno, deberán referirse a una sola materia y serán presentados con la exposición de motivos, el articulado que se proponga y la expresión clara de los artículos que se deroguen o reformen con la nueva ordenanza. Los proyectos que no reúnan estos requisitos no serán tramitados; El proyecto de ordenanza será sometido a dos debates para su aprobación, realizados en días distintos”;

El Artículo 152 de Código Orgánico del Ambiente (COAM), Capítulo II, Manejo responsable del arbolado urbano menciona: “(...) Del arbolado urbano para el desarrollo urbano sostenible. Con el fin de promover el desarrollo urbano sostenible, se reconoce como de interés público el establecimiento, conservación, manejo e incremento de árboles en las zonas urbanas, priorizando los árboles nativos en las zonas territoriales respectivas (...)”;

El Artículo 409 del Reglamento al de Código Orgánico del Ambiente (RCOA) menciona: Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos podrán determinar mediante ordenanza, limitaciones y prohibiciones al aprovechamiento con fines comerciales de árboles en zonas urbanas, siempre y cuando se encuentren ubicados en áreas determinadas de riesgo o protección ecológica.

El Acuerdo Ministerial 018 expedido por el Ministerio del Ambiente, en su Artículo. 1 establece las directrices nacionales para la conservación, uso y manejo de los árboles en zonas urbanas, como elemento integrante del Patrimonio natural del País, que deben ser observadas e implementadas por los organismos y entidades que integran el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental; así como por todas las personas colectivos y comunidades;

El Acuerdo Ministerial 059 en su Artículo 1, establece la aprobación de la Norma Técnica Nacional para la conservación, uso y manejo de los árboles en zonas urbanas detalladas en el anexo 1 y que forma parte de dicho instrumento, de conformidad con las directrices previstas en el acuerdo Ministerial N°. - 18 publicado en el Registro Oficial suplemento 701 de 29 de febrero de 2016;

En ejercicio de la atribución y en cumplimiento de aplicación concordante con el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, Acuerdo Ministerial 018 emitido el 23 de febrero de 2016, Artículo. 1 del Acuerdo Ministerial 059 del 18 de mayo de 2016 emitidos por el Ministerio del Ambiente, y del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización;

## **2.2 Arbolado urbano**

Comprende la presencia y gestión de árboles en áreas urbanas, incluyendo calles, avenidas, plazas, parques y espacios públicos, donde han sido cultivados y mantenidos a lo largo de diversas generaciones. (Verdesoto, 2020, págs. 47-53).

(Piedrahita., et al. 2014, págs. 15-17) lo definen como la gestión, planificación, manejo y conservación sustentable de árboles individuales y grupos de árboles en un ecosistema urbano. Es decir, es un concepto multifuncional, que se entiende como el aporte de beneficios sociológicos, fisiológicos, estéticos y económicos para la sociedad, conducido de tranquilidad fomentando el respeto por la naturaleza.

Es un elemento importante dentro del paisaje de una ciudad, ya que proporciona múltiples beneficios de carácter ambiental, estético, paisajístico, recreativo, social y económico, los mismos que son aprovechados de muchas maneras por la población, la cual se deleita y goza de su presencia y lo convierte en un elemento principal del paisaje urbano, a tal punto que se constituyen en uno de los indicadores de los aspectos vitales y socioculturales de las urbes, enalteciendo la calidad de vida de la población (Rodríguez, 2007, págs. 28-31).

### **2.2.1 Importancia**

La vegetación en entornos urbanos juega un papel fundamental en la calidad del medio ambiente tanto a nivel local como regional. Los árboles urbanos ofrecen una serie de beneficios importantes. Por un lado, su destreza para absorber hasta 150 kilogramos de gases contaminantes al año contribuye

significativamente a disminuir el cambio climático. Actúan también como eficientes filtros naturales, atrapando partículas finas y contaminantes urbanos en su corteza y hojas, lo que mejora la calidad del aire. Su distribución apropiada en las ciudades ayuda a reducir la temperatura ambiente entre dos y ocho grados centígrados, facilitando así un alivio refrescante en entornos urbanos densamente poblados. Finalmente, la planificación urbana que integra árboles puede incrementar el valor de la propiedad hasta en un 20%, generando oportunidades económicas y atrayendo tanto turismo como inversión comercial (ONU, 2019, pág. 25).

Al estar presentes en las urbes los árboles son identificados por la población como una figura importante dentro de su circunscripción, por otra parte, los individuos presentes en áreas de esparcimiento público son aptos para el entretenimiento de los habitantes, de tal forma que su variedad y tamaño inducen a la distracción, conjuntamente con el aprendizaje acerca del desarrollo de la naturaleza, lo cual genera un sano esparcimiento de la población al observar un entorno decorado con escenarios naturales (Barreto, 2019, pág. 21).

### **2.3 Censo forestal**

Es un recuento minucioso de especies presentes en un área definida, el objetivo principal es adquirir información precisa y actualizada sobre el estado y la dinámica de los recursos forestales, lo cual es elemental para la planificación, gestión y toma de decisiones relacionadas con el manejo sostenible. Este proceso implica la identificación, medición y registro de diversos lineamientos relacionados con los árboles y la vegetación, como la especie, la edad, la altura, el diámetro, la densidad y la distribución espacial (Asenjo, 2023, págs. 5-8).

#### **2.3.1 Parámetros de medición**

##### **2.3.1.1 DAP (Diámetro a la Altura del Pecho)**

Se entiende así a la altura en que se debe tomar la medida del diámetro del tronco. En la biometría forestal se ha establecido que sea a 1.30 m del suelo, ya que esta es la altura promedio en la que se encuentra el pecho de una persona (Mena., et al, 2020, p. 204-215).

Se utiliza pródigamente en estudios forestales, inventarios de árboles, monitoreo de bosques y planificación de la gestión forestal. Es una medida valiosa para valorar el rendimiento de los bosques,

calcular el volumen de madera y evaluar el estado de los recursos forestales. Además, el DAP se utiliza en el cálculo de la edad de los árboles y en la evaluación de la salud y el crecimiento de estos (SENYURT, 2020, págs. 25-34).

Es conveniente tomar la medida en un plano perpendicular al eje del tronco para obtener una lectura precisa del diámetro. Una vez obtenida la medida, se puede utilizar para clasificar y categorizar los árboles según el tamaño y calcular el área basal de un rodal forestal (SENYURT, 2020, págs. 25-34).

### 2.3.1.2 *Altura*

Se define como la distancia vertical que se encuentra desde el nivel del suelo, donde se encuentra la base del tronco, hasta el punto más alto de la copa o la punta de la rama superior más elevada (Moretti, 2019, p. 99-111).

Es una medida primordial en la silvicultura y el manejo forestal que provee información valiosa sobre la estructura y el desarrollo del árbol. Es un indicador clave de su tamaño y vigor (Revilla, 2021, págs. 579-584).

Esta permite evaluar la estructura y la salud de los bosques, así como para planificar actividades de manejo forestal y conservación. Por ejemplo, se utiliza para estimar el volumen de madera, calcular la biomasa forestal, evaluar el estado de los bosques y monitorear cambios en la estructura del dosel a lo largo del tiempo. Además, puede contribuir en la biodiversidad del ecosistema forestal, la calidad del hábitat y la capacidad de los bosques para almacenar carbono y mitigar el cambio climático (Revilla, 2021, págs. 579-584).

## 2.4 **Silvicultura**

Se asocia directamente con ecología forestal, es decir; el nexo del bosque con el medio, que está destinada a sujetar una relación armónica entre el hombre y el ambiente. Por ende, como ciencia permite al ser humano cultivar o domesticar al bosque, de tal forma que el individuo se puede beneficiar con la recolección de frutos u otros derivados del mismo, durante el tiempo de espera para la cosecha final (Granados., et al, 2007, p. 67-83).

Significa “cultivo del bosque”, a pesar de que en sus orígenes se consideró como un arte, hoy es considerada también como una ciencia que estudia las técnicas por las cuales se crean y conservan no

solo los bosques, sino cualquier masa forestal. (Antúnez, 2019, págs. 40-51), desde un punto de vista teórico también se puede describir como una rama de la Dasonomía o de la Ciencias Forestales, que se ocupa de estudiar los métodos para cultivar y manejar las masas forestales a través del empleo de principios biológicos y ecológicos, para la producción continua de servicios y bienes para la sociedad (Delgado, 2020, pág. 22).

#### **2.4.1 *Silvicultura urbana***

Desarrollada originalmente en países como Canadá y Estados Unidos, esta se basa en una orientación forestal reformada y empleada en el manejo de árboles y arbolado urbano desde las etapas de planificación, diseño e implementación. La silvicultura urbana y comunitaria se refiere como el mantenimiento y cultivo de todos los árboles de la ciudad y del espacio natural circundante desde el inicio. Selección de semillas adecuadas, propagación, cultivo en vivero, remoción, plantones en campo o cuarto de cultivo hasta su posterior traslado y plantación definitiva en el suelo. Esto incluye su mantenimiento constante en sus nuevas ubicaciones en términos de la adquisición sostenible de bienes y servicios ecosistémicos, y su contribución actual y potencial al bienestar fisiológico, económico y social de las ciudades y sus pobladores (Céspedes, 2007, págs. 10-16).

La arboricultura, se define como la materia que se encarga de los árboles que crecen en áreas urbanas y periurbanas, generalmente bajo condiciones de estrés fisiológico y físico. Su interés es lograr y cuidar los beneficios sociales y ambientales que ofrecen las arboledas vitales, longevas y seguras, previniendo y mitigando los inconvenientes y riesgos potenciales que el arbolado pueda generar (Hoyos., et al, 2023, págs. 74-86)

#### **2.4.2 *Poda***

Es una habilidad de manejo que radica en la eliminación controlada de ciertas partes de los árboles, como hojas, brotes o ramas, con el objetivo de mantener su salud, seguridad, forma estética y funcionalidad dentro del entorno urbano. Esta actividad puede incluir diferentes técnicas, como la poda de formación para darle al árbol una estructura adecuada desde temprana edad, la poda de mantenimiento para eliminar ramas enfermas, dañadas o muertas, y la poda de reducción para controlar el tamaño del árbol y evitar interferencias con las estructuras o redes de servicios públicos (Gutiérrez, 2019, p. 167-176).

La poda también puede ser empleada para la estimulación de la floración y la fructificación de las plantas. Al eliminar ciertas ramas o brotes, se puede redirigir la energía de la planta hacia la producción de flores y frutos, lo que genera en una mayor abundancia y calidad de la cosecha. Este procedimiento es ampliamente utilizado en la agricultura y la horticultura para maximizar el rendimiento de cultivos como árboles frutales, vid y arbustos de bayas (Martínez, 2021, págs. 69-74).

Uno de los objetivos principales es mantener la salud y vitalidad de los árboles y arbustos, al eliminar ramas muertas, enfermas o dañadas, se minimiza el riesgo de infecciones por patógenos y se promueve una cicatrización apropiada de heridas, lo que ayuda a prevenir la propagación de enfermedades y la entrada de plagas. Además, ayuda a mejorar la circulación de aire y la penetración de la luz solar en el dosel de la planta, lo que favorece su crecimiento y desarrollo (Ribaski, 2023, pág. 65-72).

### **2.4.3 Raleo**

Es una práctica que consiste en la selección y eliminación estratégica de algunos árboles dentro de una población dentro de entornos urbanos. El objetivo del raleo es bajar la densidad de árboles en un área específica para mejorar su desarrollo, vigor y salud, así como para fomentar un crecimiento más equilibrado y una distribución apropiada de luz, del aire y los recursos disponibles entre los árboles restantes (Guevara, 2021, p. 55-61).

Con esto se reduce la competencia entre árboles por recursos como la luz solar, el agua y los nutrientes. Al eliminar árboles más débiles, enfermos o con deformidades, minimiza la competencia intraespecífica y se mejora el acceso de los árboles sobrantes a los recursos disponibles. Esto ayuda a un crecimiento más rápido y robusto de los árboles seleccionados, lo que resulta una mayor calidad de la madera, mayor resistencia a enfermedades y plagas, y una mayor capacidad de aclimatación a condiciones ambientales adversas (Franco, 2023, págs. 199-208).

## **2.5 Espacio público**

Es un grupo de sitios y áreas de la ciudad o territorio concedido al libre tránsito y uso colectivo de todos los pobladores, sin restricciones de acceso. Son propiedad del Estado y cumplen funciones culturales, recreativas, sociales y ambientales fundamentales, estos deben ser accesibles, seguros, de calidad ambiental y reflejar la identidad (Schlack, 2007, págs. 25-27).

Uno de los aspectos más importantes del espacio público es su carácter inclusivo y democrático. A diferencia de los espacios privados, que están limitados a ciertos individuos o grupos, los espacios públicos están abiertos para todos, independientemente de su origen étnico, socioeconómico, edad, género u orientación sexual. Esto colabora a la interacción y el encuentro entre personas de diferentes orígenes y perspectivas, promoviendo la cohesión social, el entendimiento mutuo y el sentido de comunidad (Ayala, 2021, págs. 36-46).

### **2.5.1 Avenida**

Es una vía de comunicación urbana de gran espaciosidad, generalmente diseñada para permitir el flujo continuo y seguro del tráfico vehicular y peatonal. Caracterizada por su amplitud y diseño organizado, una avenida suele tener múltiples carriles de circulación, separaciones medianas, aceras grandes y una distribución planificada de intersecciones y cruces peatonales (Aristizábal., et al. 2020, págs. 246-247).

Además de su función práctica como vías de tránsito, las avenidas también ejercen una función muy importante en el paisaje urbano y en la configuración del entorno construido. Su diseño amplio y ordenado proporciona un sentido de apertura y amplitud en el tejido urbano, contrastando con las calles más estrechas y sinuosas. Las avenidas a menudo están alineadas con árboles o jardineras o, lo que contribuye a su atractivo estético y proporciona áreas verdes en entornos urbanos densamente poblados (Vera, et al., 2021, págs. 29-42).

### **2.5.2 Parque**

Es un área de terreno especialmente asignada y mantenida para el uso público y entretenimiento. Estos espacios suelen estar dotados de áreas verdes, senderos para andar en bicicleta o caminar, zonas de juego para niños, bancos, áreas de picnic y, en algunos casos, instalaciones deportivas. Los parques pueden variar en diseño y tamaño (Rojas, et al., 2020, págs. 69-77).

Además de su valor ecológico, los parques ejercen un papel crucial en la promoción de la actividad física y el bienestar de la población. También pueden acoger eventos deportivos, festivales culturales, conciertos al aire libre y otras actividades que promueven la interacción social y el sentido de pertenencia. Es valioso marcar que deben ser diseñados y gestionados de manera sostenible y cuidadosa para aumentar sus beneficios y minimizar sus impactos negativos. (Carrillo, 2020, págs. 70-73).

### **2.5.3 Áreas verdes**

Las áreas verdes son espacios cubiertos principalmente por vegetación, como arbustos, árboles, césped y otras plantas, destinados al beneficio de los pobladores. Estos espacios pueden variar en diseño y tamaño, desde pequeños parques y jardines hasta grandes extensiones de áreas (Verdesoto, 2020, págs. 47-53). Además, juegan un papel importante en la conservación del medio ambiente, al actuar como hábitats para la fauna, contribuir a la calidad del agua y del aire, y ayudar a bajar los efectos del cambio climático al absorber dióxido de carbono (Ballinas, et al., 2021, págs. 89-116).

Una de las utilidades importantes de las áreas verdes es su capacidad para mejorar la salud y el bienestar de los habitantes de las ciudades. La vegetación en las áreas verdes actúa como filtro natural del aire, apoyando a disminuir la contaminación atmosférica y mejorar la calidad del aire. Además, los espacios verdes facilitan sombra y refugio contra el calor urbano, contribuyendo a reducir la temperatura ambiente y mitigar los efectos del cambio climático (Espíndola., et al. 2022, págs. 119-120).

## **2.6 Plan de gestión para arbolado urbano**

Un plan de gestión para el arbolado urbano es un documento que establece las políticas, objetivos, estrategias y acciones a seguir para manejar de manera sostenible y efectiva la población arbórea dentro de un entorno urbano. Este plan aborda diversos aspectos relacionados con la plantación, mantenimiento, conservación y manejo de los árboles en áreas urbanas, con el objetivo de fortalecer la salud del arbolado, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y contribuir al bienestar del medio ambiente (Guamán, 2023, págs. 38-40).

El proceso de planificación comienza con un análisis detallado del arbolado existente, incluyendo inventarios exhaustivos de especies, ubicaciones y condiciones. Esto proporciona una comprensión completa de la composición y distribución del arbolado urbano, identificando áreas de oportunidad y desafío. Sobre esta base, se establecen objetivos y metas claros, orientados hacia la conservación, protección y mejora del arbolado, así como su integración en el paisaje urbano (Mabel, 2021, págs. 346-353).

Las estrategias de gestión se desarrollan para abordar diversas áreas, desde la diversidad y selección de especies hasta la preservación del patrimonio arbóreo y la gestión de emergencias. Se establecen protocolos para el cuidado adecuado de los árboles, incluyendo la poda, riego, fertilización y control

de plagas. Además, se integra el arbolado en la planificación de la infraestructura verde de la ciudad, promoviendo la conectividad ecológica y la mejora del hábitat urbano (Mabel, 2021, págs. 346-353).

### **2.6.1 Planificación urbana**

Es el proceso de diseño, desarrollo y gestión del crecimiento y el ordenamiento de las ciudades y áreas urbanas. Implica la presentación de políticas, estrategias y regulaciones que guíen el uso del suelo, la ubicación de infraestructuras y servicios públicos, la distribución de espacios verdes, la densidad de la población, el transporte y la vivienda, entre otros aspectos. El fin de la planificación urbana es concebir entornos urbanos sostenibles, funcionales y habitables que promuevan la calidad de vida de los ciudadanos y el desarrollo económico y social de la comunidad (Renjifo, et al., 2024, págs. 9-24).

### **2.6.2 Gestión forestal**

La gestión forestal es un proceso integral que abarca varias acciones designadas a administrar de manera sostenible los recursos forestales. Comprende la planificación detallada de las acciones a realizar en el arbolado, como la regeneración, el manejo de la vegetación, la protección contra incendios y plagas, y la conservación de la biodiversidad. Además, implica el monitoreo constante de la salud y el estado de los árboles, así como la evaluación de su impacto en el entorno. La participación comunitaria cumple un rol fundamental, involucrando a las personas locales en la toma de decisiones y la implementación de proyectos forestales. Esto busca conseguir un equilibrio entre los aspectos sociales, económicos y ambientales de la utilización de los bosques, asegurando su conservación a largo plazo y su capacidad para proporcionar una amplia gama de beneficios, desde la provisión de madera y otros productos forestales hasta la protección del suelo, la conservación del agua y la mitigación del cambio climático. (Noble, et al., 2024, págs. 133-159).

### **2.6.3 Factores ambientales**

El arbolado urbano se ve afectado por una variedad de factores ambientales que tienen un choque significativo en su salud, crecimiento y supervivencia en entornos urbanos. Estos factores incluyen el clima urbano, que puede variar debido a la presencia de edificios y pavimentos, lo que interviene en la cantidad de luz solar, la temperatura, la humedad y la precipitación disponible para los árboles. Además, las características del suelo, como su textura, estructura, pH y capacidad de retención de

agua desempeñan un papel crucial en el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes. (Moser, et al., 2017, pág. 5).

La disponibilidad de agua también es esencial para el arbolado urbano, ya que la falta de agua puede causar estrés hídrico, mientras que un exceso de agua puede provocar encharcamientos y asfixia radicular. La calidad del aire urbano es otro factor importante, ya que la contaminación atmosférica puede dañar las hojas y dificultar la fotosíntesis de los árboles, aunque estos también contribuyen a mejorar la calidad del aire al absorber contaminantes y producir oxígeno (Esquivel, 2021, págs. 184-189).

Los vientos fuertes pueden provocar daños a la estructura y estabilidad de los árboles urbanos, especialmente si están mal podados o tienen un sistema de raíces débil, lo que puede causar daños físicos como la rotura de ramas o el vuelco de árboles. Asimismo, la calidad y cantidad de la luz solar disponible en un área urbana influye en el crecimiento y desarrollo de los árboles, y la disputa por el espacio disponible y los recursos con infraestructuras y especies vegetales invasoras también puede limitar su crecimiento y salud (Esquivel, 2021, págs. 184-189).

#### **2.6.4 Factores sociales**

Los árboles urbanos son apreciados por su belleza y significado cultural, embelleciendo el paisaje urbano y proporcionando áreas verdes para la recreación y el esparcimiento, lo que mejora la calidad de vida de los habitantes de la ciudad. Además, los árboles urbanos pueden tener beneficios económicos al aumentar el valor de las propiedades, reducir los costos de energía y generar oportunidades económicas a través del turismo verde y la industria forestal urbana. (Aronson et al., 2017, págs. 189-190).

La participación ciudadana es esencial en la planificación y gestión del arbolado urbano, asegurando su aceptación y sostenibilidad a largo plazo. La justicia social y equidad deben considerarse en la distribución de los beneficios del arbolado urbano, garantizando que todas las comunidades tengan acceso a espacios verdes y sus beneficios. La educación y conciencia pública son fundamentales para promover una cultura de aprecio y cuidado de los árboles, sensibilizando a la población sobre su importancia para el medio ambiente y la salud humana (Aronson et al., 2017, págs. 189-190).

### **2.6.5 Factores económicos**

Los factores económicos desempeñan un papel importante en la gestión del arbolado urbano, influyendo en decisiones clave relacionadas con su establecimiento, mantenimiento y valoración. Estos aspectos económicos son fundamentales para comprender el valor y la contribución de los árboles en entornos urbanos desde una perspectiva financiera y de desarrollo sostenible (Nowak et al., 2014, págs. 119-127).

Uno de los aspectos más relevantes es la valoración económica de los servicios ambientales brindados por los árboles urbanos. Estos servicios incluyen la captura de carbono, la reducción de la contaminación del aire, la regulación térmica y la mejora de la calidad del agua. La cuantificación de estos servicios permite comprender su valor económico y justificar inversiones en la plantación y conservación de árboles como una estrategia rentable para mejorar la calidad de vida urbana y minimizar los impactos del cambio climático (Nowak et al., 2014, págs. 119-127).

Además, la presencia de árboles puede intervenir significativamente en el valor de las propiedades inmobiliarias. Estudios han demostrado que los árboles bien ubicados pueden aumentar el valor de las viviendas y propiedades comerciales, lo que resulta en beneficios económicos tanto para los propietarios como para los municipios a través de mayores ingresos fiscales. Esta relación entre el arbolado urbano y el valor de la propiedad subraya la importancia de considerar los árboles como activos urbanos que contribuyen al desarrollo económico local. (Nowak et al., 2014, págs. 119-127).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

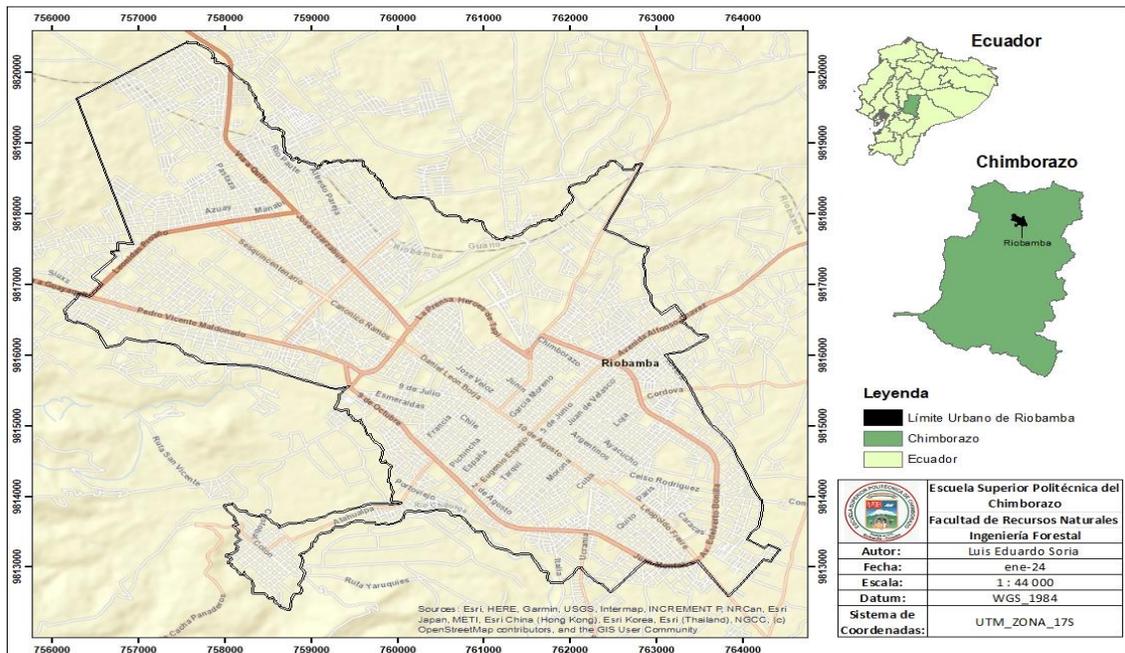
#### 3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter exploratoria y procedimental de tipo no experimental, debido a que se realizó la colecta de información de variables numéricas y cualitativas dentro de las áreas con arbolado urbano de la ciudad de Riobamba.

#### 3.2 Área de estudio

##### 3.2.1 Localización

La investigación se llevó a cabo en el área urbana de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo (Fig. 1). Riobamba, reconocida también como La Sultana de los Andes, ostenta el título de cabecera cantonal del cantón Riobamba, la capital de la Provincia de Chimborazo y la localidad de mayor tamaño y densidad poblacional en la región.



**Ilustración 3-1:** Mapa de ubicación

Realizado por: Soria, E, 2024.

Se ubica en el epicentro de la región Interandina del Ecuador, en las cercanías del punto geográfico central del país. La ciudad se encuentra enclavada entre varios volcanes notables, entre los cuales destacan el Chimborazo, el Tungurahua, el Altar y el Carihuairazo, situándose en la cuenca del Río Chambo, en la margen izquierda del río Chibunga.

### **3.2.2 *Ubicación Geográfica***

**Lugar:** Riobamba, Chimborazo  
**Latitud:** -1,67098 X: 761771  
**Longitud:** -78,64712 Y: 9815149

### **3.2.3 *Características climáticas***

El clima en Riobamba se diferencia por su naturaleza regularmente fría, marcado por la alternancia de dos estaciones claramente definidas: una estación húmeda y otra seca. Dada su ubicación geográfica, enclavada entre las montañas nevadas de la Sultana de los Andes, la ciudad se ve afectada por la influencia de vientos que soplan desde la cordillera, dando lugar a una sensación térmica caracterizada por el frío.

**Temperatura media:** 13,4 °C  
**Precipitación media anual:** 564,5 mm  
**Humedad relativa:** 15,8% (Portilla, 2018: pp. 39-40).

## **3.3 *Materiales y métodos***

### **3.3.1 *Materiales***

- Clinómetro
- Forcípula
- Cinta
- Hojas de campo
- Lápiz

### **3.3.2 Software**

- Arc GIS 10.4

## **3.4 Metodología**

### **3.4.1 Determinar el arbolado urbano en parques y avenidas, mediante un censo.**

En primera instancia, se llevó a cabo la identificación minuciosa de los parques y avenidas presentes en la ciudad de Riobamba. Esta tarea implicó un exhaustivo proceso de reconocimiento y delimitación de dichas áreas verdes y avenidas principales, con el objetivo de establecer una base cartográfica precisa y detallada. Una vez completada esta fase inicial, se procedió a la elaboración de un mapa base que serviría como herramienta fundamental para la recolección de datos subsiguiente. La elaboración de este mapa base se realizó con el software ArcGIS 10.4, una plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) ampliamente reconocida por su capacidad para la creación, análisis y gestión de datos espaciales. Por medio de la utilización de esta herramienta tecnológica avanzada, se logró la generación de un mapa de alta calidad y precisión, que proporcionó una representación visual clara y completa de la estructura urbana de Riobamba, incluyendo la ubicación exacta de las avenidas y parques públicos seleccionados para el estudio.

### **3.4.2 Trabajo de campo**

Una vez completada la fase de elaboración del mapa base, este valioso recurso cartográfico se convirtió en una herramienta esencial y detallada que ayudó a el proceso de recolección de datos en campo. Utilizando el mapa base como referencia, el investigador se desplazó hacia las áreas previamente identificadas, donde llevó a cabo un meticuloso registro de información relacionada con el arbolado urbano presente en las avenidas y los parques públicos seleccionados.

El proceso de recolección de datos fue llevado a cabo con gran precisión y rigurosidad, con el fin de recopilar información relevante y detallada sobre cada árbol observado. Se registró minuciosamente datos fundamentales como la especie, su diámetro a la altura del pecho (DAP), su altura aproximada, forma de fuste y su estado fitosanitario del arbolado urbano en las áreas de estudio.

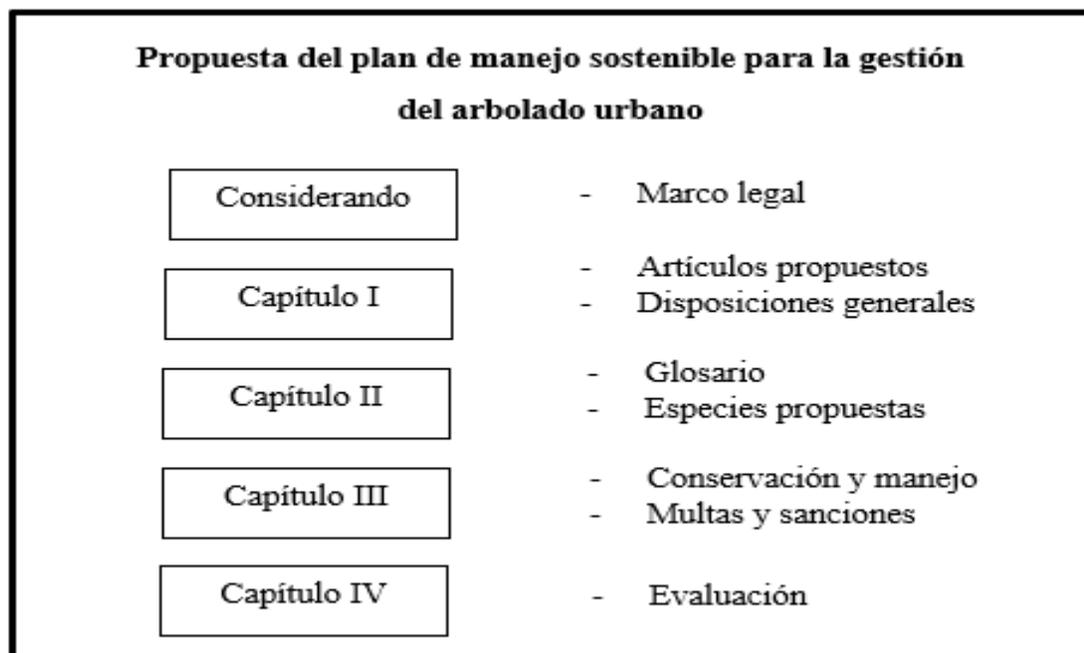
La recopilación de datos se llevó a cabo de forma sistemática y metódica, con el fin de garantizar la fiabilidad y consistencia de la información recopilada, cada árbol fue analizado y documentado, y los datos obtenidos fueron registrados de manera precisa en una matriz diseñada específicamente para este propósito (Anexo 1).

### 3.4.3 *Análisis de datos*

Una vez recopilados todos los datos pertinentes, se procedió a su posterior análisis y evaluación, con el objetivo de obtener una comprensión más profunda del estado del arbolado urbano en las áreas seleccionadas. Este análisis permitirá identificar la forma del fuste y el estado fitosanitario, así como también proporcionará información clave para la formulación de estrategias y políticas dirigidas a la gestión y conservación efectiva del arbolado urbano en Riobamba.

### 3.4.4 *Elaboración de una propuesta de un plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano*

En base al análisis del estado actual del arbolado urbano y el normativo se propone el siguiente plan de gestión de manejo (Fig. 2).



**Ilustración 3-2:** Propuesta del plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano

Realizado por: Soria, E, 2024.

### **3.5 Población y muestra**

#### **3.5.1 Población**

La presente investigación se llevó a cabo en el área urbana de la ciudad de Riobamba, una localidad que alberga una rica diversidad de espacios urbanos, que conforman el entorno vital de sus residentes. Se emprendió un exhaustivo análisis en los parques públicos y las avenidas que tengan presencia de arbolado urbano, abarcando una extensión territorial significativa que totaliza aproximadamente 3174.954778 hectáreas.

#### **3.5.2 Muestra**

Se llevó a cabo un censo del arbolado urbano presente en las áreas verdes de ocupación pública en la ciudad de Riobamba. Estas áreas incluyen parques públicos y avenidas, que representan espacios vitales dentro del entramado urbano donde la presencia de árboles ocupa un papel importante en la calidad ambiental y el bienestar de la ciudad.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Analizar el estado actual del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba

##### 4.1.1 Especies registradas en los parques públicos de la ciudad de Riobamba

**Tabla 4-1:** Especies identificadas en parques

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Origen</b>
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Nativo
Agavaceae	<i>Yucca aloifolia</i>	Introducido
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Introducida
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i>	Introducido
Arecaceae	<i>Parajubaea cocoides</i>	Nativo
Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	Introducido
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Introducido
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Nativo
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i>	Nativo
Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Introducido
Euphorbeaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Nativo
Fabaceae	<i>Acacia dealbata</i>	Introducido
Fabaceae	<i>Acacia baileyana</i>	Introducido
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i>	Introducido
Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Nativo
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Nativo
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Introducido
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Introducido
Moraceae	<i>Morus alba</i>	Nativo
Myristicaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Introducido
Myrtaceae	<i>Luma apiculata</i>	Nativo
Myrtaceae	<i>Callistemon salignus</i>	Introducido
Myrtaceae	<i>Callistemon viminalis</i>	Nativo
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Nativo
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i>	Introducido
Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis</i>	Introducido
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	Introducido
Platanaceae	<i>Platanus occidentalis</i>	Introducido
Podocarpaceae	<i>Podocarpus sprucei</i>	Nativo
Rosaceae	<i>Prunus dulcis</i>	Introducido
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Introducido
Rutaceae	<i>Citrus X limonum</i>	Introducido
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Introducido
Salicaceae	<i>Populus nigra</i>	Introducido
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Introducido
Salicaceae	<i>Dovyalis caffra</i>	Introducido
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>	Nativo

Realizado por: Soria, E, 2024

En los parques públicos de la ciudad de Riobamba en donde se realizó la investigación, se registraron un total de 1.344 diferentes individuos distribuidos en 37 especies, pertenecientes a 21 familias distintas. Además, se encontró 42 especies sin identificar ya que estaban muertas en pie.

#### 4.1.2 Frecuencia de las especies en los parques públicos

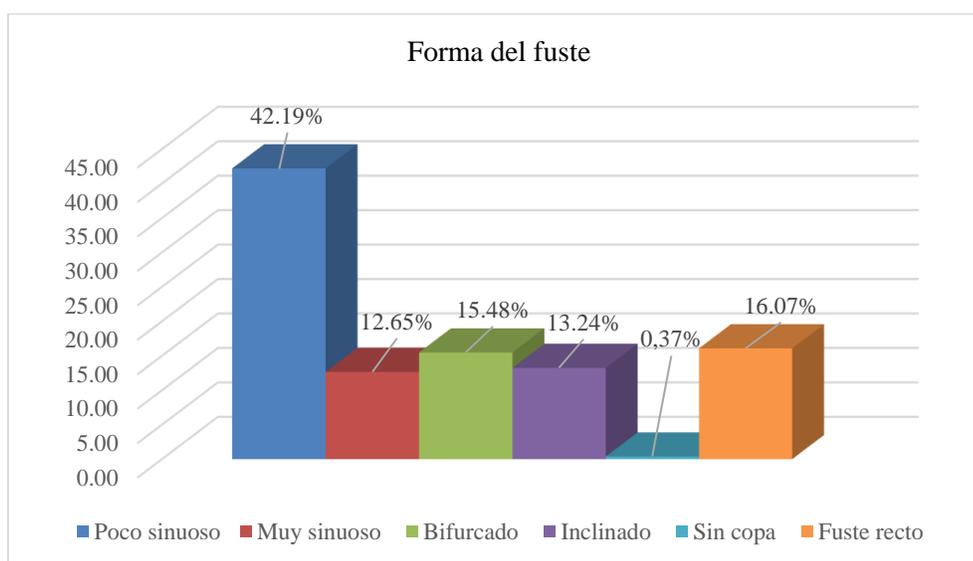
**Tabla 4-2:** Frecuencia por género

Género	Frecuencia absoluta	F. absoluta acumulada	F. relativa	Porcentaje
<i>Acacia</i>	509	509	0,37872	37,87
<i>Araucaria</i>	7	516	0,00521	0,52
<i>Buddleja</i>	1	517	0,00074	0,07
<i>Caesalpinia</i>	4	521	0,00298	0,30
<i>Callistemon</i>	152	673	0,11310	11,31
<i>Citrus</i>	1	674	0,00074	0,07
<i>Cupressus</i>	26	700	0,01935	1,93
<i>Davyalis</i>	2	702	0,00149	0,15
<i>Delastoma</i>	4	706	0,00298	0,30
<i>Eucalyptus</i>	6	712	0,00446	0,45
<i>Euphorbia</i>	1	713	0,00074	0,07
<i>Ficus</i>	15	728	0,01116	1,12
<i>Fraxinus</i>	33	761	0,02455	2,46
<i>Hibiscus</i>	7	768	0,00521	0,52
<i>Jacaranda</i>	18	786	0,01339	1,34
<i>Juglans</i>	1	787	0,00074	0,07
<i>Ligustrum</i>	13	800	0,00967	0,97
<i>Luma</i>	16	816	0,01190	1,19
<i>Morus</i>	15	831	0,01116	1,12
<i>Olea</i>	1	832	0,00074	0,07
<i>Parajubaea</i>	1	833	0,00074	0,07
<i>Phoenix</i>	42	875	0,03125	3,13
<i>Platanus</i>	4	879	0,00298	0,30
<i>Podocarpus</i>	7	886	0,00521	0,52
<i>Populus</i>	143	1029	0,10640	10,64
<i>Prunus</i>	11	1040	0,00818	0,82
<i>Psidium</i>	1	1041	0,00074	0,07
<i>Salix</i>	4	1045	0,00298	0,30
<i>Sambucus</i>	24	1069	0,01786	1,79
<i>Schinus</i>	65	1134	0,04836	4,84
<i>Tecoma</i>	139	1273	0,10342	10,34
<i>Yucca</i>	37	1310	0,02753	2,75
Muertos en pie	34	1344	0,02530	2,53
<b>TOTAL</b>	<b>1344</b>		<b>1</b>	<b>100,00</b>

Realizado por: Soria, E, 2024

Al analizar los datos que se registraron en los parques públicos se logró evidenciar que *Acacia* es el género que más destacó, con una frecuencia absoluta de 509, lo que equivale al 37.87% del total. Por otro lado, géneros como *Callistemon*, *Tecoma*, *Populus* y *Schinus* también muestran una presencia relevante, con frecuencias absolutas de 152, 139, 143 y 65, representando entre el 10% y el 11% del total cada uno. Mientras, los géneros como *Buddleja*, *Citrus*, *Euphorbia*, *Juglans*, *Olea* y *Parajubaea* se muestran con una presencia mínima, cada uno con una frecuencia absoluta de solo uno.

#### 4.1.3 Forma de fuste de las especies identificadas en parque



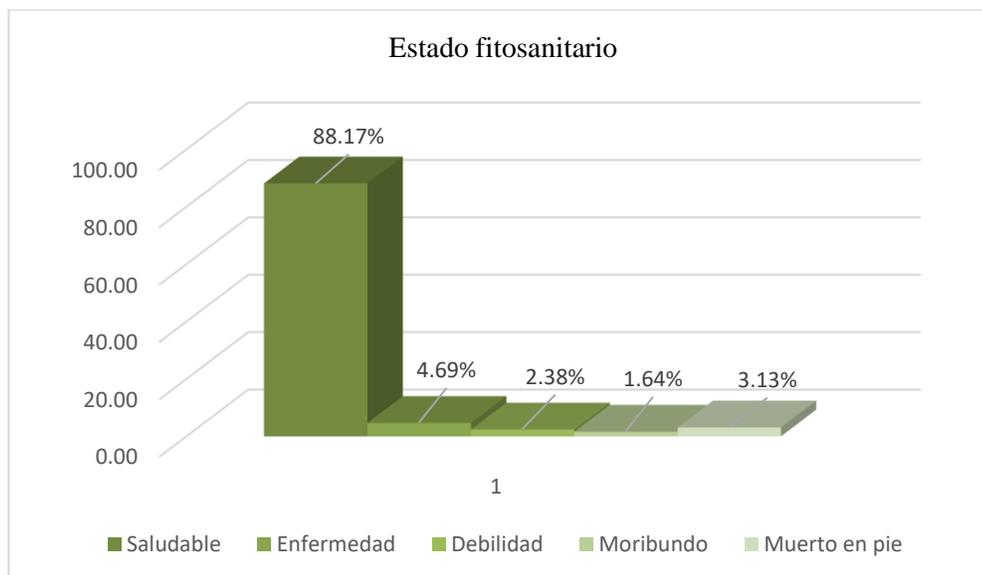
**Ilustración 4-1:** Forma de fuste

Realizado por: Soria, E, 2024

Los resultados proporcionan una visión detallada de la forma de los fustes del arbolado urbano en los parques públicos de la ciudad de Riobamba.

La mayoría presenta el fuste poco sinuoso con 567 individuos lo que representa el 42,19%, una proporción considerable exhibe una forma de fuste recto con 216 individuos lo que representa el 16,07%, por otro lado, existe 208 individuos con una forma de fuste bifurcado lo que representa el 15,48%, además, una parte considerable muestra el fuste inclinado con un 13,24% lo que representa a 178 individuos, algunos árboles muestran un fuste muy sinuoso con un 12,65% lo que representa a 170 individuos y finalmente, pocos árboles carecen de copa representando un 0,37% con 5 individuos.

#### 4.1.4 Estado fitosanitario de especies identificadas en parques



**Ilustración 4-2:** Estado fitosanitario

Realizado por: Soria, E, 2024

La mayoría de los árboles presentan un estado saludable con el 88,17% lo que representa a 1.185 individuos, seguido de 63 individuos con enfermedad que representan un 4,69%, además, un 2,38% muestran debilidad lo que representa a 32 individuos, a su vez, algunos árboles están moribundos representando el 1,64% con un número de 22 individuos y finalmente, los 42 individuos restantes están muertos en pie y representan el 3,13%.

#### 4.1.5 Especies identificadas en las avenidas de la ciudad de Riobamba

**Tabla 4-3:** Especies identificadas en avenidas

Familia	Especie	Origen
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Nativo
Agavaceae	<i>Yucca aloifolia</i>	Introducido
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Nativo
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i>	Introducido
Arecaceae	<i>Parajubaea cocoides</i>	Nativo
Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	Introducido
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Nativo
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Introducido
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Nativo

Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Introducido
Euphorbeaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Nativo
Fabaceae	<i>Acacia dealbata</i>	Introducido
Fabaceae	<i>Acacia baileyana</i>	Introducido
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i>	Introducido
Fabaceae	<i>Spartium junceum</i>	Introducido
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Nativo
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Introducido
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Nativo
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Introducido
Moraceae	<i>Ficus elastica</i>	Introducido
Moraceae	<i>Morus alba</i>	Nativo
Myrtaceae	<i>Callistemon salignus</i>	Introducido
Myrtaceae	<i>Callistemon viminalis</i>	Nativo
Myrtaceae	<i>Eugenia myrtifolia</i>	Introducido
Oleaceae	<i>Chionanthus pubescent</i>	Nativo
Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis</i>	Introducido
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Introducido
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Introducido
Salicaceae	<i>Populus nigra</i>	Introducido
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Introducido
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>	Nativo

Realizado por: Soria, E, 2024

En las avenidas de la ciudad de Riobamba se registró un total de 3.906 individuos distribuidos en 31 especies, pertenecientes a 18 familias y también se registró 72 especies sin identificar ya que estaban muertas en pie.

#### 4.1.6 Frecuencia de las especies en avenidas

**Tabla 4-4:** Frecuencia por género

Género	Frecuencia absoluta	F. absoluta acumulada	F. relativa	Porcentaje
<i>Acacia</i>	1266	1266	0,32412	32,41
<i>Alnus</i>	1	1267	0,00026	0,03
<i>Araucaria</i>	5	1272	0,00128	0,13
<i>Buddleja</i>	1	1273	0,00026	0,03
<i>Callistemon</i>	668	1941	0,17102	17,10
<i>Castilla</i>	2	1943	0,00051	0,05

<i>Chionanthus</i>	1	1944	0,00026	0,03
<i>Cupressus</i>	20	1964	0,00512	0,51
<i>Eugenia</i>	307	2271	0,07860	7,86
<i>Euphorbia</i>	1	2272	0,00026	0,03
<i>Ficus</i>	19	2291	0,00486	0,49
<i>Fraxinus</i>	145	2436	0,03712	3,71
<i>Hibiscus</i>	148	2584	0,03789	3,79
<i>Jacaranda</i>	411	2995	0,10522	10,52
<i>Juglans</i>	2	2997	0,00051	0,05
<i>Morus</i>	24	3021	0,00614	0,61
<i>Parajubaea</i>	20	3041	0,00512	0,51
<i>Phoenix</i>	182	3223	0,04659	4,66
<i>Populus</i>	471	3694	0,12058	12,06
<i>Prunus</i>	2	3696	0,00051	0,05
<i>Salix</i>	2	3698	0,00051	0,05
<i>Sambucus</i>	33	3731	0,00845	0,84
<i>Schinus</i>	52	3783	0,01331	1,33
<i>Spartium</i>	1	3784	0,00026	0,03
<i>Tecoma</i>	53	3837	0,01357	1,36
<i>Yucca</i>	11	3848	0,00282	0,28
Muertos en pie	58	3906	0,01485	1,48
<b>TOTAL</b>	<b>3906</b>		<b>1</b>	<b>100,00</b>

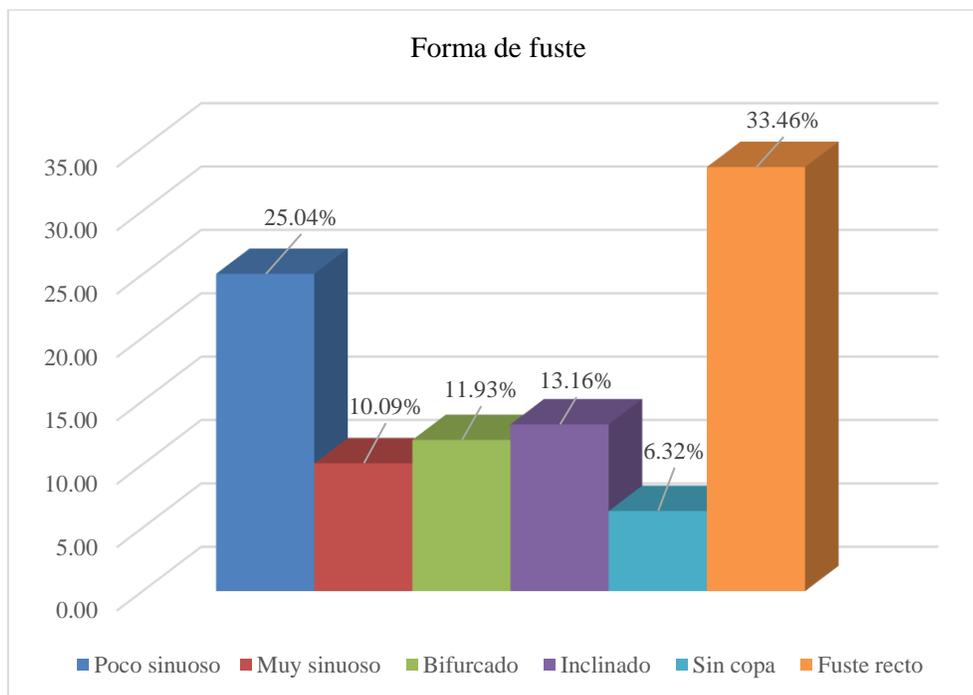
Realizado por: Soria, E, 2024

Al analizar los datos que se registraron en las avenidas, se evidenció que el género *Acacia* domina el panorama con una frecuencia absoluta de 1266, representando el 32.41% del total, seguida por *Callistemon* 668 y *Jacaranda* 411.

Otros géneros, como *Alnus*, *Araucaria* y *Buddleja*, muestran una presencia mínima con solo una aparición cada uno. Mientras tanto, *Phoenix*, *Hibiscus* y *Populus* también muestran una presencia considerable en el arbolado con 182, 148 y 471 frecuencias absolutas respectivamente.

Algunos géneros, como *Spartium* y *Euphorbia*, tienen una presencia casi insignificante con solo una aparición cada uno.

#### 4.1.7 Forma de fuste de las especies identificadas en avenidas



**Ilustración 4-3:** Forma de fuste

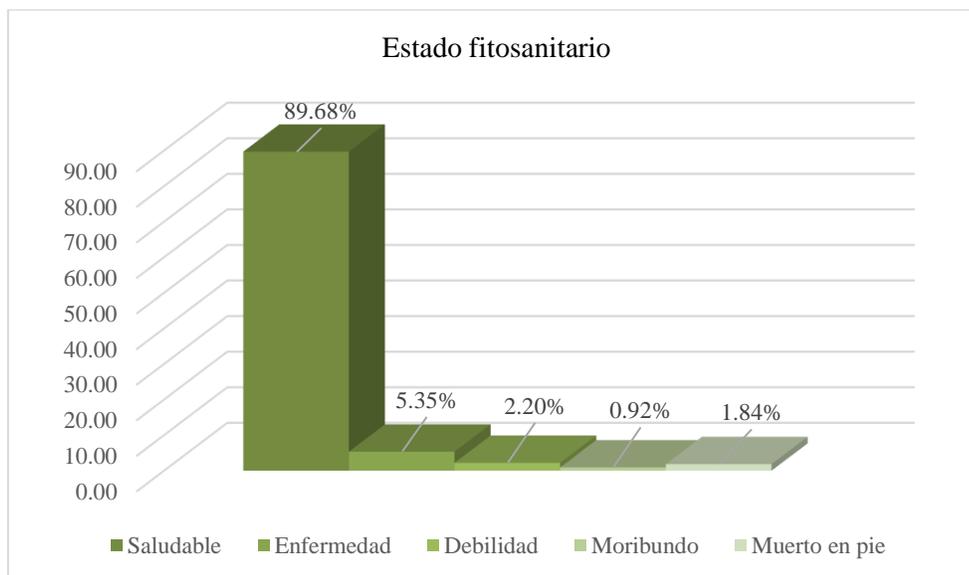
Realizado por: Soria, E, 2024

Los resultados proporcionan una visión detallada de la forma de los fustes del arbolado urbano en las avenidas de la ciudad de Riobamba.

La mayoría presenta el fuste recto con 1307 individuos lo que representa el 33,46%, una proporción considerable exhibe una forma de fuste poco sinuoso con 978 individuos lo que representa el 25,04%, por otro lado, existe 514 individuos con una forma de fuste inclinado lo que representa el 13,16%, además

Una parte considerable muestra el fuste bifurcado con un 11,93% lo que representa a 466 individuos, algunos árboles muestran un fuste muy sinuoso con un 10,09% lo que representa a 394 individuos y finalmente, los 247 individuos restantes carecen de copa y representan el 6,32%.

#### 4.1.8 Estado fitosanitario de especies identificadas en avenidas



**Ilustración 4-4:** Estado fitosanitario

Realizado por: Soria, E, 2024

La mayoría de los árboles presentan un estado saludable con el 89,68% lo que representa a 3.503 individuos, seguido de 209 individuos con enfermedad que representan un 5,35%, además, un 2,20% muestran debilidad lo que representa a 86 individuos, a su vez, algunos árboles están moribundos representando el 0,92% con un número de 36 individuos y finalmente, los 72 individuos restantes están muertos en pie y representan el 1,84%.

#### 4.2 Elaboración un plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano, proponiendo medidas específicas para el manejo adecuado de las especies.

**El modelo de gestión lo integran 9 elementos fundamentales:**

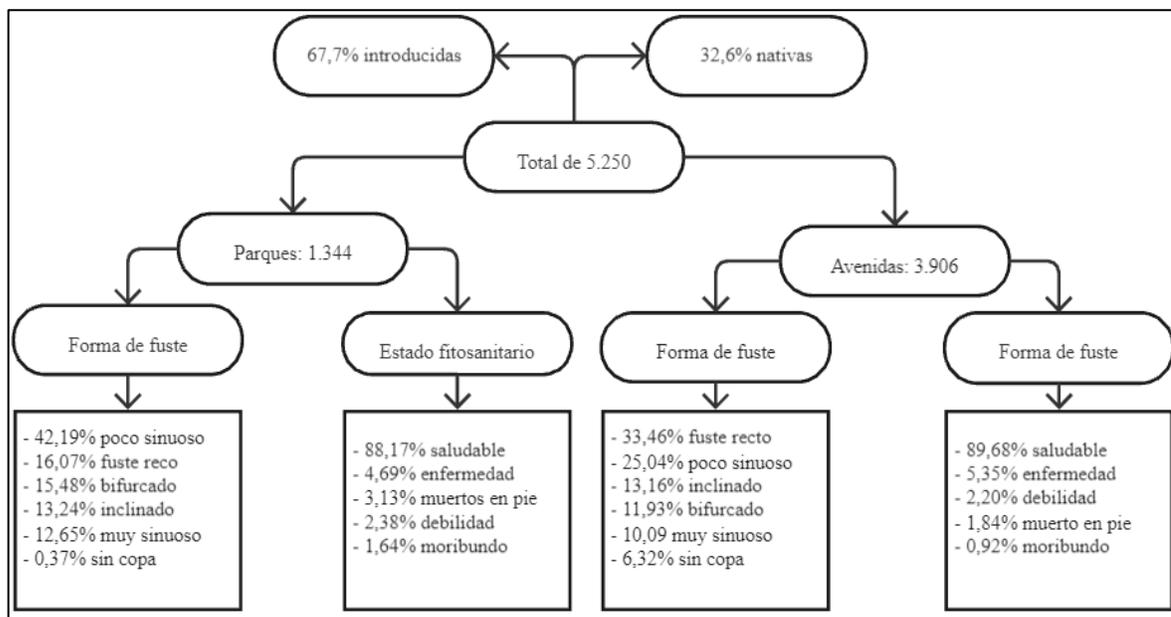
1. Considerando
2. Capítulo I (Disposiciones generales)
3. Capítulo II (Arbolado urbano en la ciudad)
4. Glosario
5. Arbolado para la ciudad de Riobamba
6. Capítulo III (Competencias generales)
7. Propuesta para un plan de manejo sostenible:
8. Capítulo IV (Conservación y manejo)
9. Capítulo V (Métodos de evaluación)

## CAPÍTULO V

### 5. MARCO PROPOSITIVO

#### 5.1 Propuesta del Plan de manejo sostenible para la gestión del arbolado urbano

##### 5.1.1 Diagnóstico



**Ilustración 5-1:** Diagnóstico

Realizado por: Soria, E, 2024

El Artículo 3, numeral 7 de la Constitución de la República del Ecuador, establece como uno de los deberes primordiales del estado “Proteger el patrimonio natural y cultural del país”;

Los Artículo 14 y 71 de la Constitución de la República, “Garantiza el derecho de los ciudadanos y ciudadanas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado; y consagran los derechos de la naturaleza”;

El Artículo 14, segundo inciso de la Constitución de la República del Ecuador menciona: “Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”;

El Artículo 71, segundo inciso de la Constitución de la República del Ecuador establece: “El Estado incentivaré a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoveré el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”;

El Artículo 83, numerales 6 y 13 de la Constitución de la República, establece que, “son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley, el respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible, así como conservar el patrimonio cultural y natural del país, y cuidar y mantener los bienes públicos”;

El Artículo, numerales 7 y 11 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que “El Estado Central tendrá competencias exclusivas sobre las áreas naturales protegidas y los recursos naturales, los recursos energéticos; minerales, hidrocarburos, hídricos, biodiversidad y recursos forestales”;

El Artículo 264, numeral 8 de la Constitución de la República del Ecuador establece como una de las competencias exclusivas de los gobiernos municipales: “8. Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines.”;

El Artículo 395, numeral 2 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que: “Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.”

En el CAPITULO II del Código Orgánico Ambiental, con subtítulo MANEJO RESPONSABLE DEL ARBOLADO URBANO en el Artículo 152, alude, “Del arbolado urbano para el desarrollo urbano sostenible. Con el fin de promover el desarrollo urbano sostenible, se reconoce como de interés público el establecimiento, conservación, manejo e incremento de árboles en las zonas urbanas, priorizando los árboles nativos en las zonas territoriales respectivas.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos o Municipales incluirán estas actividades en su planificación territorial como estrategias esenciales para disminuir la contaminación del aire y acústica, mejorar el microclima, fortalecer el paisaje y equilibrio ecológico, apoyar al

control de las inundaciones, mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse al mismo, favorecer la estética de las ciudades, promover oportunidades educativas ambientales, mejorar la calidad de vida, salud física y mental de los habitantes, entre otros”. El Estado central otorgará incentivos a aquellos Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos o Municipales que contribuyan eficazmente al establecimiento, conservación e incremento del arbolado urbano.

En el CAPITULO II del Código Orgánico Ambiental, con subtítulo MANEJO RESPONSABLE DEL ARBOLADO URBANO en el Artículo 153, indica “La participación ciudadana en la promoción y protección del arbolado urbano. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos fomentarán la participación ciudadana individual y organizada en la gestión del arbolado urbano, así como las iniciativas locales, privadas o comunitarias para su implementación, manejo, mantenimiento, uso y protección. Asimismo, potenciarán las actividades de las diversas organizaciones públicas y privadas que tengan por objeto el conocimiento, conservación, valoración y protección del arbolado urbano, especialmente aquellas que tengan por objeto el disfrute de sus valores ecológicos y culturales”;

En el CAPITULO II del Código Orgánico Ambiental, con subtítulo MANEJO RESPONSABLE DEL ARBOLADO URBANO, en los Artículos 154, 155, 156 y 157, se resume, “Llevar a cabo las actividades de forestación y reforestación de espacios públicos con criterios técnicos, ecológicos y socioculturales, fomentando el uso de especies forestales nativas. Al mismo tiempo efectuar prácticas silviculturales y el censo del arbolado urbano, estas actividades estarán bajo la supervisión de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos o Municipales. A demás el último artículo manifiesta el financiamiento y mantenimiento del arbolado urbano, en lo cual puede participar el sector privado de acuerdo con las disposiciones establecidas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos o Municipales”;

El Acuerdo Ministerial 018 expedido por el Ministerio del Ambiente, en su Artículo 1 “Establece las directrices nacionales para la conservación, uso y manejo de los árboles en zonas urbanas, como elemento integrante del Patrimonio natural del País, que deben ser observadas e implementadas por los organismo y entidades que integran el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, así como por todas las personas colectivos y comunidades”;

El acuerdo Ministerial 059 en su Artículo 1, establece “La aprobación de la Norma Técnica Nacional para la conservación, uso y manejo de los árboles en zonas urbanas detalladas en el anexo 1 y que

forma parte de dicho instrumento, de conformidad con las directrices previstas en el acuerdo Ministerial 018 publicado en el registro Oficial Suplemento 701 de 29 de febrero del 2016”;

### **5.1.2 Capítulo I**

#### *5.1.2.1 Disposiciones generales:*

Objetivo del modelo de gestión. - El principal objeto es establecer un marco regulatorio, dónde el manejo, cuidado e implementación del arbolado urbano en el cantón Riobamba, sea una prioridad para el cabildo institucional, con la finalidad de proteger el patrimonio natural, conservar la biodiversidad, asegurar la dotación de los servicios ambientales y mejorar el escenario paisajístico urbano para obtener un equilibrio ecológico del área urbana.

Ámbito de aplicación. - Las disposiciones de la presente en el modelo de gestión es de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales o jurídicas, de derecho público y privado aplicable a todos los parques, avenidas que tengan arbolado urbano y se encuentren dentro de la ciudad de Riobamba.

### **5.1.3 Capítulo II**

#### *5.1.3.1 Arbolado urbano en la ciudad.*

a) Glosario:

*Árbol.* - Planta perenne, de tronco leñoso que presenta ramificaciones y hojas.

*Especie endémica.* - Es aquella que se distribuye en un lugar o región geográfica y es imposible observarla de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

*Especie nativa.* – Es aquella que se desarrolla naturalmente en una región específica, ajustada a condiciones locales.

*Especie exótica.* – Es aquella que es introducida en una región geográfica donde no es originaria.

*Arbolado.* - Conjunto de árboles que crecen en un área delimitada como un bosque, parque o ciudad.

*Arbolado público.* – Es el conjunto de árboles que se encuentran en espacios públicos, como avenidas, plazas y parques municipales. Estos son manejados por la autoridad local y ayudan a mejorar la calidad ambiental, estética y funcional de áreas urbanas.

*Área verde.* – Son espacios naturales que presentan vegetación, como parques, jardines, zonas recreativas, etc. Estas son importantes para la conservación del medio ambiente, la libre recreación y el bienestar de los habitantes de la comunidad

*DAP.* - Diámetro a la altura de pecho, es una medida que se usa para determinar el grosor de un árbol, se toma a una altura estándar de 130 cm sobre el suelo.

*Ecología.* – Es la ciencia que estudia cómo los seres vivos interactúan entre sí y con su entorno, esto incluye factores biológicos y físicos.

*Forestación.* – Es el proceso de plantar árboles en ciertas áreas donde anteriormente no existía una cubierta forestal.

*Reforestación.* – Es el proceso que implica plantar árboles de áreas que han sufrido deforestación o degradación, con el fin de recuperar la cobertura forestal y reavivar los ecosistemas

*Poda.* – Es una práctica de cuidado de árboles y arbustos que consiste en cortar selectivamente algunas partes de la planta para controlar su crecimiento, mejorar su estado y dar una forma, y reducir riesgos.

*Raleo.* – Consiste en la eliminación selectiva de árboles o arbustos para mejorar la salud y garantizar el crecimiento de los individuos restantes.

#### *5.1.3.2 Arbolado para la ciudad de Riobamba.*

A continuación, se enumera un listado de especies arbóreas nativas adaptadas a las condiciones específicas como el clima, altitud, temperatura y húmedas propios del entorno urbano de la ciudad de Riobamba.

**Tabla 5-1:** Especies recomendadas para la ciudad

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae
Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorense</i>	Araliaceae
Polylepis	<i>Polylepis spp.</i>	Rosaceae
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	Buddlejaceae
Arrayán	<i>Myrcianthes halli</i>	Myrtaceae
Cholan	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae
Schinus	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
Teterete	<i>Delostoma integrifolium</i>	Bignoniaceae
Arupo	<i>Chionanthus pubescens</i>	Oleaceae
Arabisco	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae
Guarango	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Fabaceae

Realizado por: Soria, E, 2024

### 5.1.4 Capítulo III

#### 5.1.4.1 Competencias Generales.

El ministerio del Ambiente, en calidad de Autoridad Ambiental Nacional a través de sus Direcciones Provinciales, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos y de sus respectivas instancias de control, dentro del ámbito de sus competencias, serán responsables de velar por la adecuada aplicación acuerdos.

#### 5.1.4.2 Propuesta Para Un Plan De Manejo Sostenible

##### a) Incremento de la Cobertura Arbórea:

Reforestación y Forestación. - Implementar programas de plantación con especies nativas y adaptadas a las condiciones locales. Priorizar áreas con menor cobertura arbórea y zonas estratégicas para maximizar los beneficios ambientales. Especies recomendadas incluyen *Alnus acuminata*, *Polylepis spp.*, y *Buddleja incana*.

b) Mantenimiento y Cuidado del Arbolado

Poda y Tala Controlada. - Establecer un programa de poda regular basado en criterios técnicos para mantener la salud y estética de los árboles. La tala se realizará solo cuando sea necesario por razones fitosanitarias o de seguridad, siguiendo un informe detallado y la inspección de técnicos especializados.

Tratamiento de Enfermedades y Plagas. - Implementar un sistema de vigilancia fitosanitaria para la detección temprana y control de enfermedades y plagas, utilizando métodos integrados de manejo que incluyan tratamientos biológicos y químicos de bajo impacto ambiental.

c) Participación Comunitaria y Educación Ambiental

Programas Educativos y de Sensibilización. - Desarrollar charlas, talleres y campañas de sensibilización para informar a la comunidad sobre la importancia del arbolado urbano y su rol en la sostenibilidad ambiental.

Iniciativas Comunitarias. - Fomentar la participación activa de la comunidad en programas de plantación y cuidado de árboles. Establecer alianzas con escuelas, organizaciones no gubernamentales y grupos comunitarios.

d) Gestión y Financiamiento

Asignación de Recursos Financieros. - Asegurar fondos suficientes para la implementación y mantenimiento de programas de manejo del arbolado urbano. Explorar fuentes de financiamiento como subvenciones gubernamentales, asociaciones público-privadas y donaciones.

Normativas y Sanciones. - Establecer y hacer cumplir normativas claras para la protección del arbolado urbano. Implementar un sistema de sanciones para quienes dañen los árboles, con fondos recaudados destinados a programas de conservación y mantenimiento.

e) Investigación y Desarrollo

Estudios Continuos. - Realizar investigaciones periódicas sobre la diversidad, salud y distribución del arbolado urbano. Utilizar los resultados para ajustar y mejorar las estrategias de manejo.

Innovación Tecnológica. - Integrar tecnologías innovadoras para el monitoreo y gestión del arbolado, como sensores de salud de los árboles, drones para inspecciones y modelos predictivos de crecimiento y salud.

### **5.1.5 Capítulo IV**

#### *5.1.5.1 Conservación y manejo.*

Protección. – Se resguardará a todo el arbolado urbano de las especies presentes dentro de la ciudad, desde su emergencia hasta su muerte natural.

Art. 4. - Prohibiciones. – Para una apropiada protección, conservación y manejo del arbolado urbano se prohíbe:

- f) Talar o destruir los individuos arbóreos sin el pertinente permiso del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba.
- g) Podar o cortar ramas, copa sin la vigilancia y permiso Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba.
- h) Usar cualquier sustancia para cubrir el arbolado con color.
- i) Colocar objetos extraños en el arbolado.

La desobediencia de este artículo será sancionada por parte de la Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Económico Local del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba.

Poda. - La poda se realizará considerando la salud y el aspecto estético, y se realizará únicamente si obstaculiza la perceptibilidad de señales de tránsito o semáforos, o si perjudica al alambrado público o líneas telefónicas.

Se llevará a cabo la respectiva poda de formación a los árboles ubicados en la ciudad de Riobamba únicamente con el objetivo de realzar el entorno paisajístico para los habitantes y/o turistas.

Tala. – Para proceder con la tala de uno o más árboles, es indispensable presentar un informe que detalle la situación como:

- a) Cuando el árbol no se pueda recuperar debido a su grave estado fitosanitario.
- b) Cuando los árboles imposibiliten o compliquen la ejecución de obras públicas y la tasa sea necesaria.
- c) Cuando sea imprescindible garantizar la seguridad de los habitantes, así como el cuidado de bienes públicos y privados.

Antes de llevar a cabo la poda o tala, es necesario que los técnicos de la Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Económico Legal del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba y los del Departamento Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería realicen una inspección

Las plantas destinadas a la plantación o sustitución de aquellas enfermas o muertas serán producidas en el vivero perteneciente Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba y hay que asegurar que sean especies nativas más no introducidas.

Cualquier proyecto de remodelación o construcción de un parque o avenida debe garantizar la integración de vegetación arbórea que se ajuste al paisaje circundante.

Multas y sanciones. – La multa será determinada en función al daño que fue ocasionado y se impondrá tanto a personas naturales como jurídicas. Los fondos recaudados se destinarán a la Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Económico Local del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba ya que ellos son los encargados del cuidado y manejo del arbolado urbano.

j) Multas:

- Se aplicará el equivalente al 20% de un salario básico unificado, de acuerdo con el vigente, a la/las personas que sean sorprendidas pintando los árboles con sustancias como pintura, grafitis o carteles (causen o no daño) sin la autorización pertinente

- Se aplicará el equivalente al 50% de un salario básico unificado, de acuerdo con el vigente, a la/las personas que sean encontradas cortando (podando) las ramas o copas de los árboles sin la autorización pertinente.
- Se aplicará el equivalente a dos salarios básicos unificado, de acuerdo con el vigente, a la/las personas que dañen, quemen o talen parte del arbolado urbano

k) Sanciones:

- A la/las personas que contaminen el entorno urbano ya sea botando basura en parques, avenidas o áreas de recreación serán sancionadas con realización de trabajo comunitario durante dos días.

Vigilante Verde. – Para asegurar el cumplimiento del Capítulo III de este modelo de gestión, que aborda la conservación y gestión de la arborización en la ciudad, se sugiere asignar a un técnico con basto conocimiento en silvicultura, dendrología y entomología. Esta persona será el encargado de llevar a cabo las acciones pertinentes para mejorar la sostenibilidad del arbolado urbano, así como también sensibilizar a los residentes de la ciudad sobre la importancia de las especies plantadas.

Financiamiento. – La Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Económico Local del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba, estará a cargo de administrar los recursos financieros destinados al cuidado, protección y conservación del arbolado urbano en la ciudad de Riobamba.

Socialización. – Una vez que este modelo de gestión entre en vigor, se debe difundir entre la población de la ciudad, haciendo hincapié en la importancia del cuidado del arbolado urbano y destacando las sanciones correspondientes por cualquier infracción cometida contra los árboles.

## **5.1.6 Capítulo V**

### *5.1.6.1 Métodos de evaluación*

- Incremento de la cobertura arbórea. – el incremento de la cobertura arbórea en la ciudad de Riobamba se evidenciará y cuantificará de manera precisa mediante el uso de registros de imágenes satelitales y Sistemas de Información Geográfica (GIS). Con esto se realizará un

análisis detallado y comparativo de la vegetación urbana a lo largo del tiempo, proporcionando datos concretos sobre los cambios en la superficie cubierta por árboles se podrá evidenciar por registro de imágenes satelitales y GIS.

- Biodiversidad. – será evaluada y monitoreada a través de un censo detallado del arbolado urbano. Este censo permite identificar y contabilizar el número de individuos por especie, proporcionando una visión clara y precisa de la diversidad biológica presente en las áreas urbanas.
- Participación comunitaria. – es un componente clave en la gestión y conservación del arbolado urbano en la ciudad. Esta participación será fomentada y registrada a través de la asistencia a charlas in situ que se enfocan en la importancia del arbolado urbano.
- Usos de espacios verdes. – será evaluado mediante el conteo y registro de visitantes a estas áreas. Este proceso proporciona datos valiosos sobre la frecuencia y el propósito del uso de estos espacios, lo cual es esencial para su gestión y mejora.

## **5.2 Discusión**

El arbolado urbano en los parques públicos y avenidas en la ciudad de Riobamba consta de un total de 5.250 individuos entre los cuales están árboles, arbustos y palmas de los cuales el 67,4% son especies introducidas y solo el 32,6% son especies nativas, a diferencia de lo presentado por Enríquez (2020) en su investigación denominada Estado Actual del Arbolado Urbano y Periurbano en el cantón Espejo donde registra 51 individuos de los cuales el 56,86% son especies introducidas y el 43,13 % son especies nativas lo que muestra una diferencia muy significativa en el número de individuos pero, el porcentaje de especies introducidas en ambas investigaciones es el más alto. La prevalencia de especies introducidas en el arbolado urbano se atribuye a la preferencia de programas de ornamentación por especies de rápido crecimiento.

Según Quiroz (2020) en su investigación que se denomina Gestión del arbolado urbano en el cantón Urcuquí registró 688 individuos correspondientes a 25 familias y divididas en 37 géneros y predominan las especies nativas, lo que demuestra una gran diferencia en comparación a esta investigación, ya que aquí se registró 5.250 individuos correspondientes a 22 familias y divididas en 37 géneros y predominan las especies introducidas.

En la investigación de Ocles (2021) denominada Cálculo de índice verde del componente forestal del área urbana del cantón Riobamba registró 159 individuos pertenecientes a 25 familias diferentes a comparación de esta investigación que se registró 5.250 individuos pertenecientes a 22 familias diferentes. Cabe mencionar que el estudio de Ocles (2021) fue realizado solo dentro de parques de Riobamba y la otra fue realizada en parque y avenidas.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- En la ciudad de Riobamba se registró un total de 5.250 individuos de los cuales el 25,60% se encuentran en los parques públicos de la urbe y el 74,40% restantes están presentes en las avenidas. De este conjunto, se evidencio que del total el 67,4% son especies introducidas y el 32,6% restante son especies nativas. También se observó que el 89,30% del total del arbolado urbano está en un estado óptimo de salud, sin embargo, se identificó que el 5,18% presenta signos de enfermedad, mientras que el 2,25% muestran síntomas de debilidad. Además, se registró el 1,10% de individuos en estado moribundo. Por último, se evidencio que el 2,17% del total está muerto en pie, aunque aún mantienen su posición vertical, lo que causa una preocupación ante este porcentaje.
- Referente al estado del fuste de todo el arbolado se registró que la mayoría presenta el fuste con poca sinuosidad con el 29,43%, seguido de los que se evidencia una forma de fuste recto con el 29,01%, por otro lado, los individuos muestran una forma de fuste inclinado con el 13,18%, además, una parte considerable registra el fuste bifurcado con un 12,84% algunos árboles muestran un fuste muy sinuoso con el 10,74% y finalmente, el 4,80% de ellos carecen de copa
- Se diseñó el PLAN DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA GESTIÓN DEL ARBOLADO URBANO con el fin de contribuir al ala ciudad de Riobamba a tomar decisiones acertadas con respecto al manejo sostenible del arbolado presente, de igual manera permite realizar una previa selección de especies para el arbolado y muestra las posibles sanciones que se puede emitir en caso ocasionar un daño al arbolado y así evitar inconvenientes.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Desarrollar un cronograma detallado de actividades de manejo silvicultural dirigido al arbolado urbano, en el cual se contemplen labores como poda, tala selectiva, replantación, aplicación de fertilizantes, programación de riegos, tareas de limpieza, entre otras acciones necesarias para promover la salud y el desarrollo sostenible de los espacios verdes urbanos.
- Proporcionar formación especializada al personal responsable del mantenimiento del arbolado urbano en múltiples técnicas de poda, incluyendo la poda de formación, mantenimiento, seguridad, estabilización y realce de copas. Este enfoque busca fomentar una gestión adecuada del arbolado que garantice la coexistencia armoniosa entre la vegetación urbana y la población, promoviendo así el bienestar tanto de los árboles como de los ciudadanos.
- Crear conciencia entre la población acerca de la importancia del arbolado urbano, con el objetivo de promover una cultura arraigada de respeto y cuidado hacia estos elementos fundamentales del entorno urbano.
- Se recomienda implementar el PLAN DE MANEJO SOSTENIBLE PARA LA GESTIÓN DEL ARBOLADO URBANO, dado que es un documento técnico que puede ser compartido con la comunidad con el fin de cuidar y mantener un ambiente saludable.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ANTÚNEZ, Javier.** Influencia de la silvicultura en la incidencia de *dendroctonus frontalis*, Campamento, Olancho, mediante tecnologías de información geográfica, 2000-2016. *Ciencias Espaciales*, 2019, vol. 12, no 1, págs. 40-51.
2. **ARISTIZÁBAL, Edier; et al.** Definición y clasificación de las avenidas torrenciales y su impacto en los Andes colombianos. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 2020, vol. 29, no 1, págs. 246-247.
3. **ARONSON, Miguel; et al.** Biodiversidad en la ciudad: desafíos clave para la gestión de espacios verdes urbanos. *Fronteras en ecología y medio ambiente*, págs.189-190
4. **ASENJO, Giancarlo; et al.** Un bosque urbano en el desierto: conservación de la biodiversidad en Lima, Perú. *Espacio y Desarrollo*, 2023, no 40, págs. 5-8.
5. **AYALA, Erika.** La arquitectura, el espacio público y el derecho a la ciudad. Entre lo físico y lo vivencial. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 2021, vol. 23, no 2, págs. 36-46.
6. **BALLINAS, María; et al.** Producción discursiva de las políticas de áreas verdes urbanas: Libro Blanco *Reverdece tu ciudad y gestión de áreas verdes (2006-2012)*. *Estudios demográficos y urbanos*, 2021, vol. 36, no 1, págs. 89-116.
7. **BARRETO, Jesús.** Aproximación al uso de rasgos funcionales y gradientes ambientales para seis especies del arbolado urbano de Bogotá. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 2019, vol. 15, no 2, pág 21.
8. **BIRCHE, Mariana.** Análisis de la distribución del arbolado urbano de alineación en La Plata, Argentina. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 2022, vol. 24, no 2, págs. 106-115.
9. **CANIZALES, Pamela; et al.** Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 2020, vol. 11, no 62, págs. 111-135.
10. **CARRILLO, Manuel.** Turismo accesible para todos. Evaluación del grado de accesibilidad universal de los parques y jardines de Marrakech. *PASOS Revista de turismo y patrimonio cultural*, 2020, vol. 18, no 1, págs. 70-73.
11. **DELGADO, Dayse; et al.** Innovación y cultura: una aproximación a los grupos de investigación de agricultura, silvicultura y pesca en Colombia. *Revista Espacios*, 2020, vol. 41, pág 22.
12. **ESPÍNDOLA, Jacaranda; et al.** Calidad visual del paisaje y servicios ecosistémicos en áreas verdes urbanas. Una visión sistémica. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 2022, vol. 24, no 2, págs. 119-120.

13. **ESQUIVEL, Tahamara.** Daño a la infraestructura (pavimento) causado por el arbolado urbano en Puerto Vallarta, Jalisco. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 2021, vol. 12, no 68, págs. 184-189.4
14. **FRANCO, Junior.** Operaciones de corta en el raleo de *Pinus patula* Schltldl. & Cham. en Cajamarca, Perú. *Revista Forestal del Perú*, 2023, vol. 38, no 2, págs. 199-208.
15. **GRANADOS, D.; et al.** Ecología y silvicultura en bosques templados. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 2007, vol. 13, no 1, págs. 67-83.
16. **GUAMÁN, Johnny.** Aplicación web para la gestión del arbolado urbano de la ciudad de Loja. *Cedamaz*, 2023, vol. 13, no 1, págs. 38-40.
17. **GUEVARA, Mario.** Productividad, costos y calidad de ejecución del primer raleo en plantaciones de *Acacia Mangium* Willd en la zona norte de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 2021, vol. 18, no 42, págs. 55-61.
18. **GUTIÉRREZ, Eduardo; et al.** La poda y su efecto en la calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agronomía Costarricense*, 2019, vol. 43, no 2, págs. 167-176.
19. **HENAO, José; et al.** Relación entre calidad de vida y distribución del arbolado urbano en Bogotá: Una perspectiva desde la justicia ambiental urbana. *Revista de Direito da Cidade*, 2022, vol. 13, págs. 1762-1782.
20. **HOYOS, María; et al.** Sistema para el reporte geolocalizado de árboles urbanos enfermos en la ciudad de Cartagena. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 2023, vol. 11, no 2, págs. 74-86.
21. **MABEL, Alejandra.** Aportes metodológicos para censos de arbolado urbano en ciudades medianas. Caso de estudio: Pigüé, Argentina. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 2021, vol. 9, no 3, págs. 346-353.
22. **MARTÍNEZ, Gabino; et al.** Efecto de la densidad de siembra y poda en Chile durante el invierno. *Idesia (Arica)*, 2021, vol. 39, núm. 3, págs. 69-74.
23. **MARTÍNEZ, Valentina; et al.** Parques urbanos: un enfoque para su estudio como espacio público. *Intersticios sociales*, 2020, no 19, págs. 67-86.
24. **MENA, Víctor; et al.** Composición florística, estructura y diversidad del bosque pluvial tropical de la subcuenca del río Munguidó, Quibdó, Chocó, Colombia. *Entramado*, 2020, vol. 16, no 1, págs. 204-215.
25. **MORETTI, Ana; et al.** Supervivencia y crecimiento de un árbol nativo maderable bajo diferentes coberturas de dosel en el Bosque Atlántico, Misiones, Argentina. *Ecología Austral*, 2019, vol. 29, no 1, págs. 99-111.
26. **MOSER, A.; et al.** Hacia la integración de los espacios urbanos con la ecología urbana en la mitigación del calor a nivel de ciudad. *Revista de Medio Ambiente Geográfico*, pág. 5

27. **NOBLE, Alfredo; et al.** Patrones de estructura y diversidad de selva mediana subperennifolia bajo condiciones de gestión forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2024, vol. 15, no 81, págs. 133-159.
28. **NOWAK, D.; et al.** Efectos de los árboles y los bosques sobre la calidad del aire y la salud humana en los Estados Unidos. *Contaminación ambiental*, pág. 121.
29. **PIEDRAHITA, P.** Valoración Del Arbolado Urbano: Fórmulas Usadas En Chile. *Agro Sur* [en línea]. 2007, págs.15–17 [consultado el 6 de marzo de 2024]. Disponible en: doi:10.4206/agrosur.2007.v35n2-07
30. **PINO, Yulibeisi; et al.** Caracterización florística y condición actual del arbolado urbano, El Vigía, Mérida–Venezuela. *Recursos Rurais*, 2022, no 18, págs. 17-30.
31. **PORTILLA, F.** Agroclimatología del Ecuador. Cuenca-Ecuador: Editorial Universitaria AbyaYala, 2018. ISBN: 978-9978-10-310-4 págs. 39-40.
32. **QUINTANA, Silvana.** Planificación urbana con enfoque de desarrollo sostenible en un contexto de crecimiento turístico en Moche, Trujillo, Perú. *Espacio y Desarrollo*, 2022, no 39, págs. 6-8
33. **RENJIFO, Diego; et al.** Relación fractal, densidad poblacional y desarrollo humano en América Latina: Enfoque para planificación urbana sostenible. *MÓDULO ARQUITECTURA CUC*, 2024, vol. 32, págs. 9-24.
34. **REVILLA, Jorge; et al.** Modelos alométricos de biomasa de árboles de *Guazuma crinita* Mart en plantaciones forestales de Ucayali, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 2021, vol. 12, no 4, págs. 579-584.
35. **RIBASKI, Nayara.** Ciudades sostenibles y aprovechamiento de residuos de poda urbana para su transformación en paneles de aglomerado. *APORTES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, 2023, vol. 16, n° 1, págs. 65-72.
36. **RODRÍGUEZ, Roberto.** Un acercamiento al paisaje urbano. *Arquitectura y urbanismo*, 2007, vol. 28, no 3, págs. 28-31.
37. **ROJAS, Carolina, et al.** Caminando a los parques urbanos: calidad y acceso público. *AUS [Arquitectura/Urbanismo/Sustentabilidad]*, 2020, no 28, págs. 69-77.
38. **RUPERTI, Ricardo; et al.** Captura de carbono del arbolado de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 2022, vol. 5, págs. e262-e262.
39. **SENYURT, Muammer; et al.** Modelos de redes neuronales artificiales para predecir las relaciones entre el diámetro a la altura del pecho y el diámetro del tocón: pinos de Crimea en el bosque ÇAKÜ. *Bosque (Valdivia)*, 2020, vol. 41, no 1, págs. 25-34.

40. **Sosa, A.; et al.** DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN LA CIUDAD DE GUIZA. Revista Forestal Baracoa.
41. **VERA, José; et al.** Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología, 2021, vol. 6, no 2, págs. 29-42.
42. **VERDESOTO, César; et al.** Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Jipijapa. Revista Ciencia y Tecnología, 2020, vol. 13, no 2, págs. 47-53.





**ANEXO C: ESPECIE INTRODUCIDA**



**ANEXO D: RECOLECCIÓN DE DATOS**





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 04 / 06 / 2024

**INFORMACIÓN DEL AUTOR**

Luis Eduardo Soria Yanque

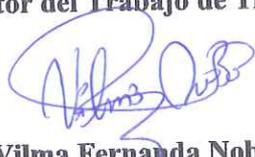
**INFORMACIÓN INSTITUCIONAL**

**Facultad:** Recursos Naturales

**Carrera:** Ingeniería Forestal

**Título a optar:** Ingeniero Forestal

  
**Ing. Rolando Fabian Zabala Vizuet**  
**Director del Trabajo de Titulación**

  
**Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva**  
**Asesor del Trabajo de Titulación**