

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil y del Ambiente**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE ÁREAS VERDES  
BASADA EN LA DETERMINACIÓN SIMULADA DEL ÍNDICE DE  
SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA EN EL DISTRITO DE YANAHUARA –  
AREQUIPA.**

Tesis presentada por los bachilleres:

**Zeballos Obando, Johnny Steffanno**

**Fernández Begazo, Franco Ronaldo**

Para optar el título profesional de

Ingeniero Ambiental

Asesor:

**Arq. Delgado Alvarado Gustavo Alonso**

**Arequipa - Perú**

**2024**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**INGENIERIA AMBIENTAL**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 17 de Octubre del 2023

**Dictamen: 007168-C-EPIA-2023**

Visto el borrador del expediente 007168, presentado por:

**2016110331 - ZEBALLOS OBANDO JOHNNY STEFANNO**

**2015240811 - FERNANDEZ BEGAZO FRANCO RONALDO**

Titulado:

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE ÁREAS VERDES BASADA EN LA DETERMINACIÓN  
SIMULADA DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA EN EL DISTRITO DE  
YANAHUARA-AREQUIPA.**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**29611452 - ARENAZAS RODRIGUEZ ARMANDO JACINTO  
DICTAMINADOR**



**46769238 - CHANOVE MANRIQUE ANDREA MARIETA  
DICTAMINADOR**



**43606549 - CARDENAS PILLCO BERLY EDINSSON  
DICTAMINADOR**



# PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE ÁREAS VERDES BASADA EN LA DETERMINACIÓN SIMULADA DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA EN EL DISTRITO DE YANAHUARA – AREQUIPA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[datospdf.com](https://datospdf.com)

Fuente de Internet

7%

2

[repositorio.urp.edu.pe](https://repositorio.urp.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

3

[ciudadesverdes.com](https://ciudadesverdes.com)

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

## DEDICATORIAS

**JOHNNY STEFANNO ZEBALLOS OBANDO**

*La presente tesis se la dedico primero a Dios quien ha sido mi guía y fortaleza en todo este proceso hasta el día de hoy. A mis padres Johnny Z. y Patricia O. que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido poder cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios siempre está conmigo. A mi hermana Ariana por su cariño, apoyo y motivación durante todo este proceso gracias. A mi abuela Nimia P. por su cariño, oraciones y palabras de aliento, a mi abuela Laura F. quien desde el cielo mira este logro y siempre fue mi guía espiritual. A toda mi familia por sus consejos y apoyo brindado. Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi hijo Milán quien es mi mayor motivación y entendió que, durante el desarrollo de esta tesis, fue necesario sacrificar situaciones y momentos a su lado para así poder completar exitosamente mi trabajo académico.*

**FRANCO RONALDO FERNANDEZ BEGAZO**

*A mis padres Enrique y Yuli, a quienes les debo todos mis logros incluido este, por haberme forjado como la persona que soy, gracias a todo su amor y comprensión me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.*

*A mi hermano Diego, quien siempre me acompañó en todos mis pasos, agradezco sus consejos y apoyo.*

*A mi abuelita Luisa, en la vastedad del espacio y en la inmensidad del tiempo, mi mayor alegría es compartir tanto a su lado, gracias por ser luz en mi camino.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradecemos a la Universidad Católica de Santa María por la oportunidad de estudiar la carrera universitaria que tanto nos apasiona y de convertirnos en profesionales con grandes valores y conocimientos inculcados en nuestra casa de estudio.*

*Agradecer en especial a nuestros dictaminadores Ing. Andrea Chanove, Ing. Berly Cárdenas y Dr. Armando Arenazas por su paciencia, comprensión, tiempo y recomendaciones en base de su amplia experiencia que nos guiaron en el desarrollo de la presente investigación y a lo largo de nuestra vida universitaria.*

*A nuestro compañero y amigo Ing. Erik Álvarez por todo su apoyo durante este proceso y por la motivación que nos ha ofrecido.*



## RESUMEN

La presente investigación titulada "Propuesta de mejora en la gestión de áreas verdes basada en la determinación simulada del índice de sustentabilidad ecológica en el distrito de Yanahuara – Arequipa." utiliza datos semirealistas, es decir, datos próximos a una exactitud, para prever escenarios futuros. Este enfoque permite anticipar desafíos y prepararse para situaciones probables. La carencia de un sistema actualizado y eficiente para evaluar la sustentabilidad ecológica pone en riesgo la salud y el valor de los espacios verdes urbanos del distrito de Yanahuara y de aquellos otros distritos que al parecer se encuentran en la misma situación. Esto subraya la urgente necesidad de desarrollar propuestas de mejora basadas en esta determinación simulada, para garantizar la sostenibilidad y conservación del arbolado urbano y áreas verdes. Los resultados revelan distintos aspectos en cada sector referente a diferentes criterios: Biodiversidad, Cobertura, Composición Etaria, Estado Sanitario, Adaptabilidad al Medio, Pertinencia, Criticidad, Factor de Ocupación, los cuales no son los únicos, ya que se pueden tomar en cuenta otros tales como Calidad de Aire, Conservación genética, Sostenibilidad Cultural, etc. Para finalmente determinar el Índice de Sustentabilidad el cual se construye en base a los ya mencionados criterios. Las propuestas incluyen diversificar especies, aumentar cobertura, promover diversidad de edades, mejorar el estado sanitario, fomentar adaptabilidad, potenciar pertinencia, intervenir en sectores críticos, equilibrar ocupación y promover sustentabilidad. Estas acciones deben ser apoyadas por programas de educación ambiental y mantenimiento a largo plazo para asegurar la salud y sustentabilidad de los espacios verdes urbanos. En cuanto al plan de trabajo para el levantamiento de información y generación de una base de datos geográfica, se propone una serie de etapas que abarcan desde la preparación y planificación hasta la entrega de resultados. Cada etapa tiene sus tareas específicas, como definir el alcance del inventario, recopilar datos en campo, procesar la

información, generar cartografía y elaborar informes finales. El flujo de trabajo está diseñado para asegurar una recopilación de datos precisa y la creación de un inventario cartografiado actualizado para el distrito de Yanahuara.

#### **PALABRAS CLAVE**

Índice de sustentabilidad ecológica, arbolado urbano, red viaria, red de parques.

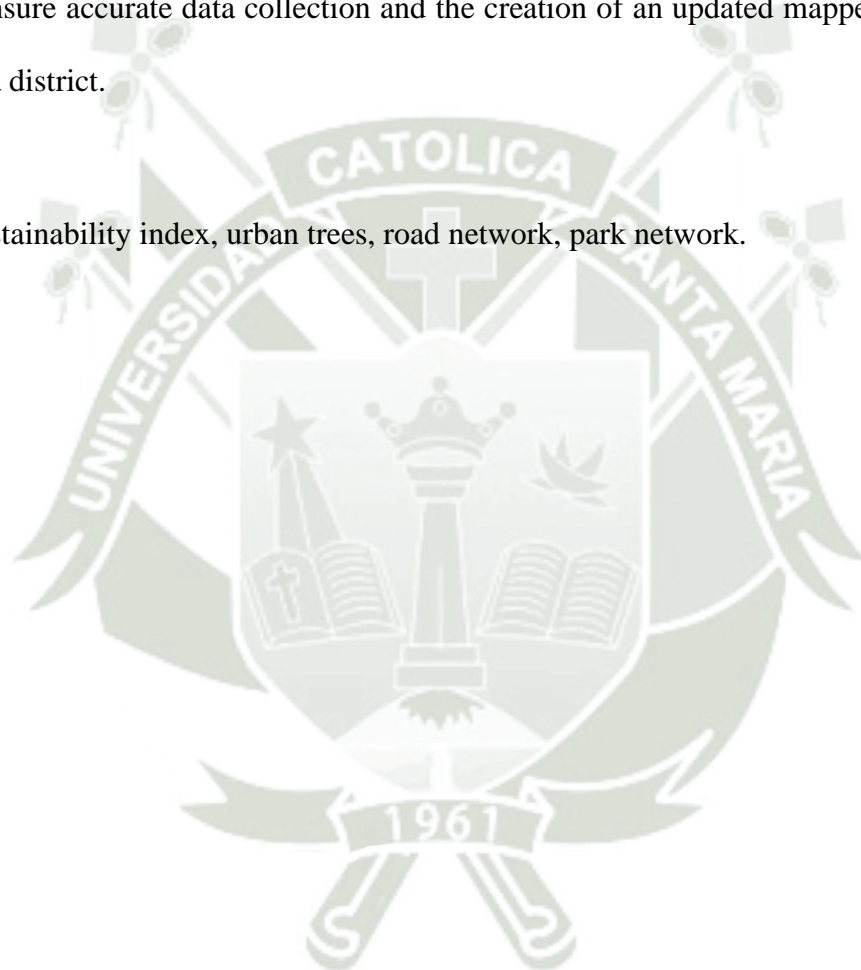
#### **ABSTRACT**

The present research titled "Proposals for Improving the Management of Ornamentation and Green Areas of the District Municipality of Villa Hermosa de Yanahuara" uses semi-realistic data, meaning data that is slightly close to accuracy, to foresee future scenarios. This approach allows anticipating challenges and preparing for likely situations. The lack of an updated and efficient system to assess ecological sustainability jeopardizes the health and value of urban green spaces in the Yanahuara district and in other districts apparently facing the same situation. This underscores the urgent need to develop improvement proposals based on this simulated determination to ensure the sustainability and conservation of urban trees and green areas. The results reveal various aspects in each sector regarding different criteria: Biodiversity, Coverage, Age Composition, Health Status, Adaptability to the Environment, Relevance, Criticality, Occupancy Factor, which are not the only ones, as other criteria such as Air Quality, Genetic Conservation, Cultural Sustainability, etc., can also be taken into account. Finally, to determine the Sustainability Index, which is constructed based on the aforementioned criteria. The proposals include diversifying species, increasing coverage, promoting age diversity, improving health status, encouraging adaptability, enhancing relevance, intervening in critical areas, balancing occupancy, and promoting sustainability. These actions should be supported by long-term

environmental education and maintenance programs to ensure the health and sustainability of urban green spaces. As for the work plan for data collection and the generation of a geographic database, a series of stages is proposed, ranging from preparation and planning to the delivery of results. Each stage has its specific tasks, such as defining the scope of the inventory, collecting field data, processing information, generating maps, and preparing final reports. The workflow is designed to ensure accurate data collection and the creation of an updated mapped inventory for the Yanahuara district.

**KEY WORDS**

Ecological sustainability index, urban trees, road network, park network.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS .....	3
AGRADECIMIENTOS .....	4
RESUMEN .....	5
ABSTRACT.....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I .....	14
1. GENERALIDADES .....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	17
1.4 OBJETIVOS: .....	18
1.4.1 Objetivo general:.....	18
1.4.2 Objetivos específicos: .....	18
CAPÍTULO II .....	19
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN .....	20
2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO .....	26
2.2.1 Parques urbanos .....	26
2.2.2 Modelos de ciudades.....	28
2.2.3 Red interconectada de parques.....	30
2.2.4 Ecología del Paisaje .....	31
2.2.5 Parques Sostenibles.....	32
2.2.6 Sistemas de Información Geográfica .....	33
2.2.7 Componentes para determinación del índice de Sustentabilidad Ecológica: .....	34
A. Biodiversidad .....	35
A.1 Regla del 10% de SantaMour.....	36
B. Adaptabilidad forestal urbana .....	37
C. Cobertura Forestal Urbana.....	38
D. Estado Sanitario Forestal Urbano .....	39
E. Criticidad forestal Urbana.....	41

F. Factor de Ocupación forestal urbano .....	41
G. Composición etaria forestal urbana.....	43
H. Pertinencia forestal urbana.....	44
2.2.8 Organigrama de gestion municipal de Yanahuara Orientada a servicios a la comunidad y protección al ambiente. ....	44
2.3 MARCO LEGAL.....	45
CAPÍTULO III.....	52
3. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	53
3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	53
3.2 UBICACIÓN ESPACIAL .....	53
3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS .....	53
3.4 3.4 VARIABLES DE ESTUDIO.....	53
3.5 Métodos de Investigación .....	54
3.5.1 Determinar sectores de evaluación del distrito de Yanahuara mediante la generación de mapas. 54	
3.5.2 Caracterizar sectores de evaluación .....	54
4.1.1 Determinación del índice de sustentabilidad ecológica en base a simulación de datos (biodiversidad, cobertura, composición etaria, estado sanitario, adaptabilidad al medio, pertinencia, criticidad, factor de ocupación).....	56
4.2 Desarrollo Metodológico .....	56
4.2.1 Determinación de sectores de evaluación del distrito de Yanahuara.....	56
4.2.2 Diagnóstico. del arbolado viario y de la red de parques del distrito de Yanahuara en base a la sectorización realizada. ....	57
CAPÍTULO IV.....	74
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	75
4.1. RESULTADOS I – DETERMINAR SECTORES DE EVALUACIÓN.....	75
4.2 RESULTADOS II – CARACTERIZAR SECTORES DE EVALUACIÓN .....	83
4.3 RESULTADOS III - PROPUESTAS DE MEJORA EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS:.....	96
4.3.1 PROPUESTAS DE PLAN DE TRABAJO PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y GENERACIÓN DE BASE DE DATOS GEOGRÁFICA PARA GENERACION DE INVENTARIO DIGITAL ACTUALIZADO PARA EL DISTRITO DE YANAHUARA.....	96
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
6.1 CONCLUSIONES .....	101
6.2 RECOMENDACIONES.....	105
6. REFERENCIAS.....	107

7. ANEXOS .....	117
7.1 ANEXOS I – CONTEO.....	117
7.2 ANEXOS II – DATOS DE DESARROLLO.....	129

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de datos general.....	60
Tabla 2. Adaptabilidad al Medio.....	65
Tabla 3. Resumen de índices .....	72
Tabla 4. Resumen de índices II.....	73
Tabla 5. Características generales por sector .....	83
Tabla 6. Biodiversidad.....	84
Tabla 7. índice de cobertura .....	85
Tabla 8. Índice de Composición Etaria I.....	87
Tabla 9. Estado Sanitario II.....	88
Tabla 10. Índice de Adaptabilidad.....	89
Tabla 11. índice de Pertinencia.....	90
Tabla 12. índice de Criticidad.....	91
Tabla 13. Resumen de índices en General por Sector .....	92
Tabla 14. Cronograma del plan de levantamiento de información y de generación de base de datos geográfica.....	97
Tabla 15. Conteo, Sector 0.....	117
Tabla 16. Conteo, Sector I.....	118
Tabla 17. Conteo, Sector II.....	121
Tabla 18. Conteo, Sector III.....	125
Tabla 19. Conteo, Sector IV.....	127
Tabla 20. Biodiversidad I.....	129
Tabla 21. Especies por sector.....	131
Tabla 22. Cálculo de excesos.....	135
Tabla 23. Cobertura .....	140
Tabla 24. Estado Sanitario.....	141
Tabla 25. Estructura composición clases diametrales en el sector 0 .....	143
Tabla 26. Estructura composición clases diametrales en el sector I.....	147
Tabla 27. Estructura composición clases diametrales en el Sector 2 .....	149
Tabla 28. Estructura composición clases diametrales en el Sector 3 .....	153
Tabla 29. Estructura composición clases diametrales en el Sector 4 .....	155
Tabla 30. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 0 .....	158
Tabla 31. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector I .....	160
Tabla 32. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 2 .....	164

Tabla 33. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 3 .....	167
Tabla 34. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 4 .....	168
Tabla 35. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 0 .....	171
Tabla 36. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 1 .....	172
Tabla 37. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 2 .....	173
Tabla 38. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 3 .....	175
Tabla 39. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 4 .....	176
Tabla 40. Adaptabilidad de las especies empleadas en el arbolado viario al medio urbano .....	178
Tabla 41. Continuación de adaptabilidad de las especies empleadas en el arbolado viario al medio urbano .....	189
Tabla 42. Cálculo del índice de adaptabilidad al medio para los sectores analizados .....	202
Tabla 43. Cálculo del índice de pertinencia para los sectores analizados .....	208
Tabla 44. Sitios de Ocupación .....	212
Tabla 45. Factor de Ocupación .....	213
Tabla 46. Resultados índice de Ocupación .....	215

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árboles en paisaje urbano .....	27
Figura 2. Ciudad Compacta .....	28
Figura 3. Ciudad Dispersa .....	29
Figura 4. Parques aislados y parques unificados .....	30
Figura 5. Recolección de data en campo .....	56
Figura 6. Mapa referencial, delimitación no actual del distrito. ....	57
Figura 7. Fotografía de la entrada del área División de Ornato y Áreas Verdes, en Yanahuara .....	58
Figura 8. Fotografía de trabajos que realiza la Municipalidad, tomada con permiso del ingeniero encargo. ....	59
Figura 9. Fotografía del plano oficial de sectorización del distrito de Yanahuara .....	59
Figura 10. Plano de Jurisdicción Administrativa de Yanahuara, .....	75
Figura 11. Mapa de delimitación de sectores .....	76
Figura 12. Delimitación Sector 0 .....	77
Figura 13. Delimitación Sector I .....	78
Figura 14. Delimitación Sector II .....	79
Figura 15. Delimitación sector III .....	80
Figura 16. Delimitación sector IV .....	81

## INTRODUCCIÓN

En las urbes contemporáneas, la gestión adecuada de áreas verdes y ornato juega un papel esencial en la salud, bienestar y sostenibilidad de sus habitantes. El presente estudio "PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE ÁREAS VERDES BASADA EN LA DETERMINACION SIMULADA DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD ECOLOGICA EN EL DISTRITO DE YANAHUARA – AREQUIPA" justamente analiza la situación del distrito de Yanahuara de la ciudad de Arequipa, Perú, enfocada a los árboles de las vías, calles y parques, sin embargo, utiliza información semirealista, dado que se usó la fuente de navegación virtual en gran porcentaje, lo que finalmente sirve para prever escenarios futuros basados en tendencias actuales.

La problemática no reside solo en la cantidad, sino también en la calidad y gestión de los espacios verdes urbanos. Castillo R. & Ferro C. (2014) señalan que los árboles urbanos enfrentan desafíos tanto heredados como contemporáneos, que limitan su potencial para beneficiar a la sociedad. La contaminación vehicular impacta negativamente en estos árboles, reduciendo la esperanza de vida de los recién plantados a meros 10-15 años. La compactación del suelo se suma a esta lista de adversidades.

En el contexto peruano, la situación es aún más alarmante. El MINAM (2011-2016) destaca que casi dos tercios de la población residen en principales ciudades, predominantemente en la costa. Estas áreas, caracterizadas por su clima árido, no estaban preparadas para afrontar los retos de un rápido crecimiento demográfico, resultando en una insuficiencia de espacios verdes y una amenaza constante de escasez hídrica. El primer reporte Nacional de Indicadores Urbanos 2018 subraya la importancia de la infraestructura ecológica en el diseño urbano moderno, resaltando la necesidad de integrar ecosistemas naturales para disfrutar de sus valores y servicios.

Los datos semirealistas pueden servir como una herramienta preliminar para la toma de decisiones, especialmente cuando faltan datos reales. Sin embargo, como se mencionó en el párrafo anterior, es vital validar con datos reales antes de una implementación. Aunque los datos semirealistas pueden ser útiles para tener una idea general o para modelar escenarios hipotéticos, no representan con precisión la realidad actual en este estudio. Esto puede limitar la aplicabilidad directa de las propuestas, ya que están basadas en una combinación de hechos reales y suposiciones, además es vital que todas las partes interesadas estén plenamente informadas sobre la naturaleza semirealista de la información, garantizando transparencia y estableciendo expectativas claras.

Dentro de este panorama, el Distrito de "La Villa Hermosa de Yanahuara" se presenta como un microcosmos donde se reflejan los desafíos antes mencionados. Este estudio propone un conjunto de mejoras en la gestión de ornato y áreas verdes en el distrito, basándose en la determinación simulada, utilizando datos semirealistas, del índice de sustentabilidad ecológica, del arbolado urbano viario y de la red de parques. Con este enfoque, se busca no solo realzar la estética y funcionalidad del distrito sino también contribuir a la salud y bienestar de sus residentes, garantizando un futuro más sostenible y verde.



# CAPÍTULO I

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con Amilcar. M., (2017) la presencia de árboles urbanos es cada vez más valorada y menos cuestionada, su manejo para lograr la sustentabilidad es todavía una asignatura pendiente en muchas ciudades a nivel mundial. Se han hecho investigaciones en Argentina, México, Colombia, Ecuador, Brasil, a nivel sudamericano al respecto de la sustentabilidad ecológica de sus metrópolis, que redundan en la importancia de conocer el grado de sustentabilidad ambiental en el que se encuentran, estudiando componentes como los parques urbanos.

En el caso del distrito de Yanahuara, las condiciones de su ubicación hacen que, por ejemplo, la problemática de la calidad del aire sea acentuada (PDC 2012-2022). Mayormente se presentan contaminantes criterio, los cuales provienen de fuentes puntuales, englobando industrias, comercios y empresas de prestación de servicios; y fuentes móviles, representado por el parque automotor. En el estudio de Rodríguez (2022), se demostró que la concentración de contaminantes está por encima de ECAs para partículas PM10 y PM2.5 y para plomo (Pb), esto genera enfermedades agudas en las vías respiratorias superiores y trastornos respiratorios y cardiovasculares.

La Municipalidad Distrital de la Villa Hermosa de Yanahuara, encargada de la preservación y mejora de los espacios verdes y arbolados del distrito, enfrenta un desafío inminente en su gestión. A pesar de la evidente dedicación reflejada en los documentos que poseen, la administración actual se apoya en datos y técnicas que han quedado obsoletos ante las dinámicas urbanas y ecológicas contemporáneas. Durante una entrevista realizada al ingeniero encargado de la División de Ornato

y Áreas Verdes, se puso de manifiesto la existencia de información desactualizada, lo que representa una barrera significativa para la implementación de acciones proactivas y basadas en datos precisos.

La carencia de un sistema actualizado y tecnológicamente eficiente para determinar el índice de sustentabilidad ecológica pone en riesgo no solo la salud y el bienestar del arbolado urbano viario y de la red de parques, sino también el valor estético y recreativo que estos espacios ofrecen a la comunidad. Este escenario resalta la urgente necesidad de desarrollar propuestas de mejora en la gestión de ornato y áreas verdes del distrito, basadas en determinaciones simuladas y apoyadas en datos semirealistas. Es imperativo replantear las metodologías y herramientas utilizadas para garantizar la sostenibilidad, el adecuado crecimiento y la conservación de estos vitales pulmones urbanos.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo la obsolescencia y desactualización de la información y herramientas utilizadas en la gestión de ornato y áreas verdes de la Municipalidad Distrital de la Villa Hermosa de Yanahuara afecta la sustentabilidad ecológica del arbolado urbano viario y la red de parques del distrito, y qué propuestas basadas en determinaciones simuladas con datos semirrealistas pueden implementarse para mejorar y optimizar dicha gestión?

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

#### **Justificación ambiental:**

El arbolado urbano y las áreas verdes juegan un papel crucial en la regulación del clima local, la purificación del aire y la conservación de la biodiversidad en entornos urbanos. La gestión inadecuada y desactualizada de estos recursos naturales puede dar lugar a un deterioro de la calidad del aire, aumentar las islas de calor urbanas y disminuir la biodiversidad. Al mejorar y modernizar la gestión de estos espacios, la investigación puede contribuir significativamente a la sustentabilidad ecológica, beneficiando tanto al medio ambiente como a la salud y el bienestar de la población local.

#### **Justificación social:**

Las áreas verdes y el arbolado urbano ofrecen múltiples beneficios sociales, desde espacios recreativos hasta mejoras en la salud mental y física de la población. Una gestión efectiva puede incrementar estos beneficios, mejorando la calidad de vida de los habitantes de Yanahuara. Además, la participación activa y consciente de la comunidad en la conservación y cuidado de estos espacios fortalece la cohesión social y el sentido de pertenencia al distrito.

#### **Justificación política/institucional:**

Institucionalmente, la Municipalidad Distrital de la Villa Hermosa de Yanahuara tiene la responsabilidad de garantizar la gestión adecuada de los espacios públicos y recursos naturales dentro de su jurisdicción. Actualizar y mejorar las prácticas actuales no sólo refuerza el compromiso político con el bienestar de la población, sino que también posiciona a la municipalidad como una institución progresista y adaptativa a las necesidades cambiantes de su comunidad. Esta investigación puede ser el impulso necesario para implementar cambios

significativos en políticas y prácticas relacionadas con la gestión del ornato y áreas verdes del distrito.

### **Justificación tecnológica:**

La era actual, dominada por la tecnología, brinda herramientas avanzadas que permiten una gestión más precisa, eficiente y sostenible de recursos naturales y espacios urbanos. Utilizar tablas de información que posteriormente puedan ser pasadas a software para modelar datos semirealistas, junto con la modernización de herramientas y técnicas de gestión, puede conducir a decisiones más informadas y optimizadas en el cuidado del arbolado y áreas verdes. Esta investigación se alinea con la necesidad de incorporar soluciones tecnológicas en la gestión pública.

## **1.4 OBJETIVOS:**

### **1.4.1 Objetivo general:**

Proponer mejoras en la gestión de áreas verdes basada en la determinación simulada del índice de sustentabilidad ecológica en el distrito de Yanahuara-Arequipa.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

1. Determinar sectores de evaluación geográficos dentro del perímetro distrital de Yanahuara.
2. Elaborar un diagnóstico general de censo del arbolado viario y de la red de parques del distrito de Yanahuara en base a la sectorización realizada.
3. Determinar del índice de sustentabilidad ecológica en base a simulación de datos (biodiversidad, cobertura, composición etaria, estado sanitario, adaptabilidad al medio, pertinencia, criticidad, factor de ocupación) para el distrito de Yanahuara.
4. Proponer mejoras para la gestión de áreas verdes, enfocadas a arbolado urbano.



## CAPÍTULO II

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Se menciona a continuación los antecedentes más recientes y relacionados con la presente investigación. La sustentabilidad del arbolado urbano es un tema amplio y complejo a tratar debido fundamentalmente al carácter dinámico de sus constituyentes, no solo por sus propias características como ser vivo, sino también por los factores propios del ambiente urbano y por el impacto que la sociedad y sus actividades provocan sobre los árboles urbanos. La tesis de Amilcar, M (2017) hace referencia a criterios e indicadores selectos para la evaluación de sustentabilidad ecológica, definidos como Pertinencia, Composición Etaria, Estado Sanitario, Factor de Ocupación, Biodiversidad, Adaptabilidad al medio, Criticidad y Cobertura, los que generaron un índice de sustentabilidad, finalmente concluye en que, evaluar la sustentabilidad ecológica del arbolado urbano, en cualquiera de las formas que este se presente, es una tarea que debe ser encarada a través del análisis de la multiplicidad de interacciones, funciones y características del mismo, considerando que se trata de una herramienta importante para identificar y categorizar los aspectos que la afectan y que su conocimiento posibilitaría encauzar o mejorar. Por otro lado Pristouris et al., (2021) presenta un trabajo de investigación de un sistema integrado basado en metodologías de realidad aumentada, inteligencia artificial y análisis de datos, que comprende aplicaciones móviles y web, centrándose en el recorrido y la gestión de parques urbanos, he aquí este detalle que cobra importancia para la presente investigación, ya que los resultados de la tesis, podrían servir como una base de datos para un sistema informático-digital para parques en Arequipa a futuro. Pristouris et al., (2021) lo realiza a través de la aplicación móvil para los visitantes del parque, que crea un entorno turístico atractivo e interactivo destacando el interés ambiental e histórico de esas áreas. Al mismo tiempo, las aplicaciones web para los

administradores del parque reciben y analizan los datos de los visitantes para ayudar a mejorar la experiencia del visitante y la calidad general del parque. El trabajo de Meseneva & Milova (2018), presenta un enfoque de tecnologías modernas; menciona en su trabajo que se deben utilizar materiales de alta tecnología en parques. Las tecnologías innovadoras y los métodos de diseño y construcción de paisajes le dan al diseñador muchas más oportunidades para organizar el entorno de los parques. Los parques de la ciudad, construidos durante el período soviético, no cumplen con los requisitos. Los parques forman la cultura de la ciudad y afectan la salud física y espiritual de una persona. Diseñar parques que cumplan con los requisitos es una tarea importante, cuya solución implica una serie de tareas funcionales y urbanísticas. Hoy en día, existe la necesidad de definir los principios básicos de diseño, gestión y control, creación y mantenimiento de los recursos naturales. Los parques deben corresponder a las tecnologías modernas; se deben utilizar materiales de alta tecnología. Las tecnologías innovadoras y los métodos de diseño y construcción de paisajes le dan al diseñador muchas más oportunidades para organizar el entorno de los parques. Las tareas importantes en el diseño de parques son la preservación o restauración de paisajes existentes y la creación de nuevos paisajes artificiales. Por otro lado, el caso del trabajo de Stanković et al., (2021). Es importante ya que permite afrontar la metodología desde el punto de vista de la configuración espacial, trabajando desde el diseño asistido por computadora, en este caso software de diseño paramétrico, haciendo incorporación de información y haciendo análisis en cada etapa, así obteniendo ventajas o desventajas acorde el análisis resultante. En su investigación, Stanković et al., (2021). hace configuraciones espaciales de asentamientos flotantes para las islas de los atolones urbanos, e intenta definir si la configuración espacial es adecuada. Además Dan et al., (2020) a pesar de que aborda su trabajo de investigación “El razonamiento espacial a partir del lenguaje es esencial para la comprensión del lenguaje natural” desde el punto

de vista de lenguaje y razonamiento plasmado en lenguaje de representación, profundiza en relaciones generadas a partir de la ubicación de elementos espaciales, toca temática de esquemas espaciales como patrones y que dependiendo de lo que se pretenda buscar, se encontrará beneficio a partir de la configuración espacial. Y respecto al diseño de parques, Michela (2019) presenta algunos proyectos de parques urbanos diseñados en tres circunstancias históricas diferentes, además hace análisis del crecimiento y expansión urbana, análisis de la planificación y objetivos logrados. Así también refiere que su trabajo de investigación se localiza en la parte suroeste de China, el municipio de Chongqing representa una entidad política y administrativa relativamente nueva desde que se estableció solo en 1997, con el propósito de revitalizar esta área económicamente deprimida y proporcionar un vínculo directo con el gobierno central en vista de la construcción de la presa de las Tres Gargantas. A pesar de su corta historia como municipio, la ciudad de Chongqing es en realidad un lugar rico en recuerdos relacionados no solo con la guerra de resistencia y la fundación de la República Popular de China, sino también con un pasado más remoto que se remonta al antiguo reinado Ba-Shu. Por lo tanto, el territorio urbano está cubierto de rastros más o menos visibles de hechos arquitectónicos que en un momento histórico particular han agregado cierta importancia a la relación hombre-entorno, remodelando la comprensión del espacio urbano en virtud de su transformación. Este documento presenta algunos proyectos de parques urbanos diseñados en tres circunstancias históricas diferentes: el período republicano, el establecimiento de la Nueva China después de 1949 y la planificación urbana contemporánea prevista con el propósito de ampliar los límites urbanos de una ciudad en continuo crecimiento. Los discursos sobre estos espacios públicos permiten desentrañar su significado político y cultural en el tiempo, mientras que su especialización como práctica territorial implica la realización de lógicas específicas, fuertemente conectadas con la necesidad de construir recursivamente una

identidad colectiva en relación con lo local. El análisis tiene como objetivo destacar la planificación de estos espacios urbanos como una estructura de significación, legitimación y actividad performativa en sus contextos específicos, considerando también su contribución a la conformación de la imagen de la ciudad. Yang et al., (2021) aborda una temática de parque urbano que ofrece servicios recreativos, analiza también la gestión y el diseño espacial, buscando rendimientos de diseños, dice así en su trabajo de investigación “los parques pueden ofrecer servicios variados para el bienestar humano, incluidos los servicios recreativos (RS); sin embargo, no hay suficiente comprensión de las diferencias del parque con respecto al rendimiento real de su variado RS”. Para llenar este vacío, este estudio tuvo como objetivo desarrollar un conjunto de indicadores de rendimiento como una herramienta para comparar la eficacia funcional de RS entre diferentes parques. Los indicadores cubrieron tres aspectos de la RS: el uso recreativo de diversas actividades físicas, su nivel de satisfacción recreativa y la calificación de rendimiento colectivo. Estos indicadores se aplicaron en un estudio de caso de cuatro parques en Guangzhou, China, basado en la observación in situ y una encuesta de cuestionario. Se comparó la diferencia funcional de estos indicadores y se encontró que el indicador colectivo era capaz de capturar efectivamente diferentes eficacias de los parques urbanos en el apoyo a la RS variada. Los resultados muestran que todos los parques estaban lejos de alcanzar el máximo rendimiento de RS diseñado, por lo que es digno de considerar por parte de los gestores urbanos para mejorar aún más su eficacia RS. Además, se dedujo que la señalización y la configuración espaciales generales eran esenciales para mejorar la eficacia de la RS de los parques urbanos, pero no el tamaño del parque ni la vegetación ornamental. Los hallazgos ofrecieron evidencia valiosa para el diseño espacial óptimo y la gestión de los parques urbanos. Un estudio Similar más reciente es el elaborado por Bihter & Bulut, (2021) que analizan parques basados en el tiempo y en su estado de conservación, destacando también

que son piezas fundamentales de la memoria social de las ciudades, pero tiene un enfoque bastante dirigido hacia la conservación de los mismos, los parques urbanos son importantes espacios abiertos y verdes tanto para mantener el equilibrio ecológico de la ciudad como para satisfacer las necesidades recreativas de los residentes de la ciudad. Además, en términos de memoria urbana, los parques urbanos son lugares públicos donde se obtienen las experiencias que forman la memoria. En Turquía, el concepto de conservación y estados de conservación en las zonas urbanas se ha discutido a través de la estructura del edificio y sus alrededores. Sin embargo, los parques urbanos, que las piezas sustanciales de las áreas urbanas que aseguran la continuidad de la memoria social desde el pasado hasta el presente son necesarias para ser conservadas. Además de mantener el equilibrio ecológico de la ciudad, la protección de estas áreas es crucial para preservar la memoria urbana y garantizar que los valores sociales relacionados con la ciudad se transfieran a las generaciones futuras. En este contexto, se examinó la importancia de los parques urbanos que configuran las ciudades desde el pasado hasta el presente a través de ejemplos y recomendaciones sobre su estado de conservación. También Zhu et al., (2020) trata sobre los beneficios de los parques, en este caso también beneficios intangibles, utilizando data disponible de manera libre en sitios web, documentación disponible, determinando además cuáles son los factores que generan impactos positivos significativos de los parques. (Zhu et al., 2020) indican que los parques urbanos proporcionan múltiples beneficios no materiales para la salud y el bienestar humanos; Medir estos beneficios "intangibles" coproducidos principalmente por la interactividad espacial entre los habitantes y los parques urbanos es vital para la gestión de los espacios verdes urbanos. Este documento introdujo la "vitalidad" para medir los beneficios intangibles de los parques urbanos y construyó un enfoque directo y espacialmente explícito para evaluar la vitalidad del parque en función de la intensidad de las visitas y la tasa de satisfacción recreativa. Se utilizaron datos

disponibles gratuitamente de comentarios de registro sobre parques, puntos de interés (POI) y otros datos de múltiples fuentes de Beijing para evaluar la vitalidad del parque urbano y explorar los factores que influyen en él desde las perspectivas de la oferta de servicios recreativos, la demanda y las características de vinculación espacial. Encontramos que las vitalidades del parque urbano disminuyeron a lo largo del gradiente urbano-rural. La presencia de agua y la densidad de las instalaciones en los parques tienen impactos positivos significativos en la vitalidad del parque, y la alta densidad de población cercana fue un factor positivo. Además, los niveles externos más altos de la mezcla y densidad de funciones urbanas basadas en POI, así como el transporte público desarrollado, se asociaron fuertemente con una mayor vitalidad del parque. Nuestra investigación propuso un método factible y efectivo para evaluar la vitalidad del parque, y los hallazgos de este estudio tienen implicaciones significativas para optimizar la configuración espacial de los parques urbanos. Otros investigadores como Gümüş & Erdönmez, (2021) realizaron una investigación con el propósito de identificar la relación entre la configuración espacial y la calidad espacial, y cómo se afectan entre sí, la calidad espacial es un concepto sofisticado y abarca componentes físicos, sociales, económicos, culturales y ambientales. Las plazas urbanas reflejan estos parámetros y también juegan un papel decisivo en la identidad urbana como áreas de aparente cultura urbana y memoria colectiva. La configuración espacial también determina el carácter de los cuadrados como resultado de la característica morfológica de las ciudades. En el estudio, los métodos cualitativos y cuantitativos se utilizan juntos. Inicialmente, el estudio de caso se llevó a cabo en dos plazas de muelle, la Plaza de San Marcos (Venecia) y la Plaza Beşiktaş (Estambul) de acuerdo con cincuenta parámetros de calidad del espacio público. En segundo lugar, el análisis morfológico se realizó mediante el método de sintaxis espacial. Se ha investigado si existe una conexión entre la configuración espacial y los factores que determinan la calidad del espacio o no. Como resultado,

se ha revelado que la configuración espacial es uno de los factores determinantes que se evalúan la calidad del espacio, sin embargo, no proporciona datos suficientes por sí solo. La importancia de este artículo es que propone un enfoque analítico que incluye componentes cuantitativos y cualitativos de la calidad espacial. Además, Olbińska, (2018) realizó un trabajo en el cual el objetivo fue de presentar las diferentes dimensiones del valor de los parques urbanos, así como aplicar el enfoque de uso directo para medir el valor recreativo del sistema de parques en Lodz en Polonia. Así también el mismo Olbińska, (2018) indica que la calidad de dicho espacio afecta a muchos aspectos de la vida humana. Sin embargo, las tendencias positivas en términos de creciente conciencia pública no parecen reflejarse en la conciencia y las acciones de las entidades públicas en Polonia, una fuerte evidencia de lo cual son las enmiendas ampliamente criticadas de las regulaciones que rigen la tala de árboles. El objetivo de este artículo es presentar las diferentes dimensiones del valor de los parques urbanos, así como aplicar el enfoque de uso directo para medir el valor recreativo del sistema de parques en Lodz. Expresar diferentes aspectos del valor del espacio público, especialmente los parques, en unidades monetarias e incorporar estos valores en el análisis de la planificación espacial puede contribuir a una mejora significativa en la calidad de vida de los habitantes urbanos y su percepción del espacio urbano.



## 2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

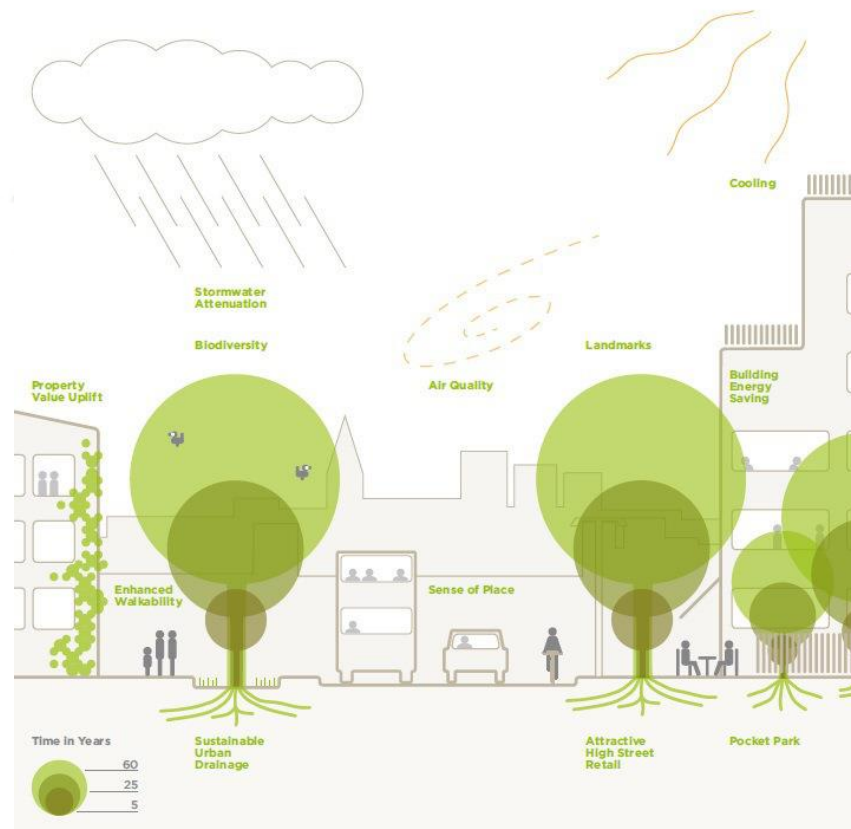
### 2.2.1 Parques urbanos

A través de la historia, se han creado parques por motivos recreacionales básicamente y, entre muchas otras opciones, como un recurso paisajístico que favorece el desarrollo de actividades de ocio. Los parques, como parte del espacio público, son una representación simbólica de bienestar.

Estos generan beneficios en las relaciones sociales, favorecen la valorización de la vivienda y mejoran la calidad de vida de las ciudades. (Segovia & Neira, 2009)

El concepto de parque desde un punto de vista etimológico o de lenguaje usual nos permite sentar las bases de su devenir histórico y de su función actual. El diccionario de uso del español de María Moliner define parque como “terreno público o privado destinado a recreo, con arbolado y plantas de adorno, más grande que un jardín. Señala que su etimología es francesa “parc” terreno cercano. La figura 1 nos muestra árboles en paisaje urbano con una escala de desarrollo de los árboles en 5, 25 y 60 años.

Figura 1. Árboles en paisaje urbano

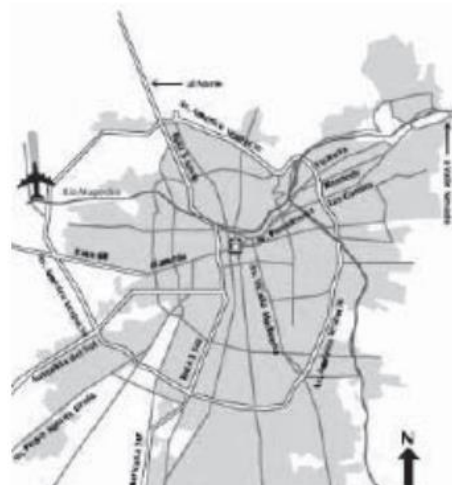


Nota: Extraído de Rotze, Thomas (2019), “Growth and ecosystem services of urban trees”

### 2.2.2 Modelos de ciudades.

Es de mayor densidad, consumiendo menos territorio, siendo más respetuosas con los ecosistemas y los recursos naturales. La concentración facilita la mezcla, la diversidad de usos y el multifuncionalismo. La proximidad entre los habitantes de una ciudad compacta favorece las relaciones y genera necesidad de espacios públicos de uso común, desarrollando valores como la convivencia, tolerancia, multiculturalidad y el civismo. Las ventajas anteriores pueden tener aspectos negativos. La densificación de la ciudad impide tener áreas verdes de un tamaño considerable dentro de la ciudad, como se puede apreciar en la figura 2 hace referencia al modelo de ciudad compacta.

*Figura 2. Ciudad Compacta*

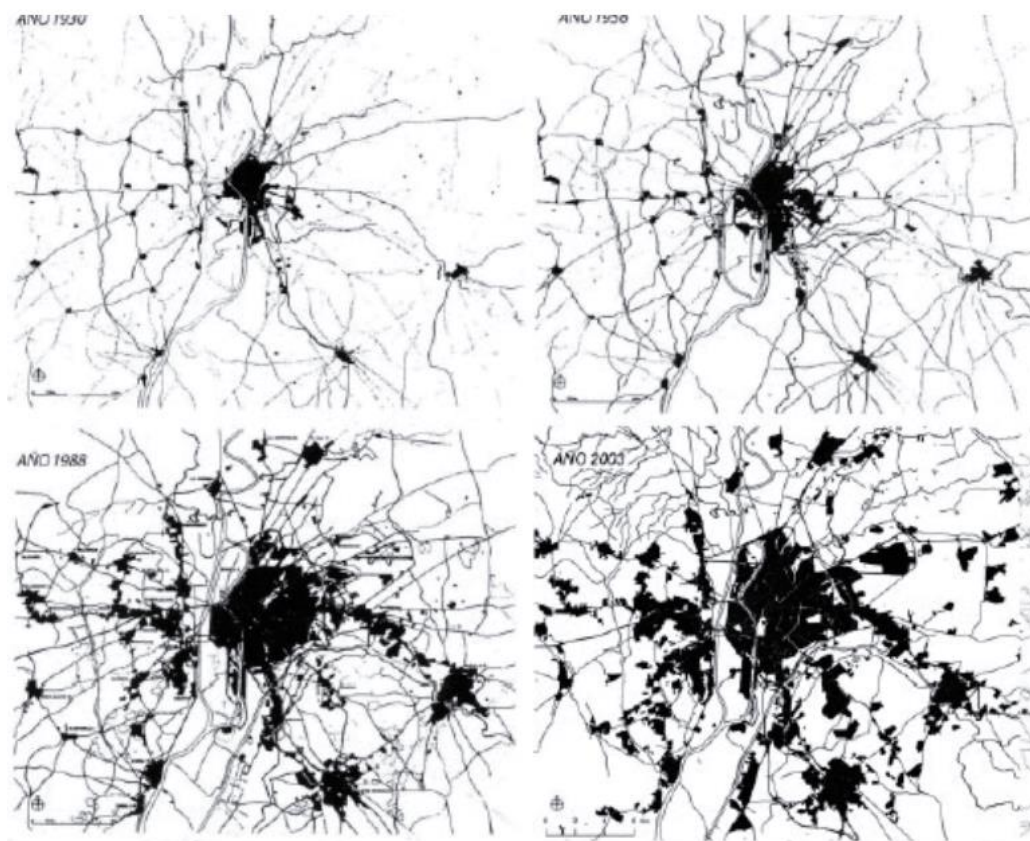


Nota: Extraído de Rotze, Thomas (2019), “Growth and ecosystem services of urban trees”

Son espacios urbanos que ocupan mayor espacio territorial, lo que hace perder tierra fértil. Además de impermeabilizar el suelo. En las ciudades dispersas se produce una sectorización y una

concentración de los servicios en áreas determinadas, generalmente alejadas las unas de las otras. Esto lleva a constantes desplazamientos, que sufre a un gasto energético excesivo. Además, en estas ciudades los núcleos de viviendas disponen de jardín privado. Provocando que sea prescindible la necesidad de zonas verdes públicas, y con esto la segregación de los más desafortunados, este modelo de ciudad se representa en la figura 3, catalogado como ciudad dispersa.

*Figura 3. Ciudad Dispersa*

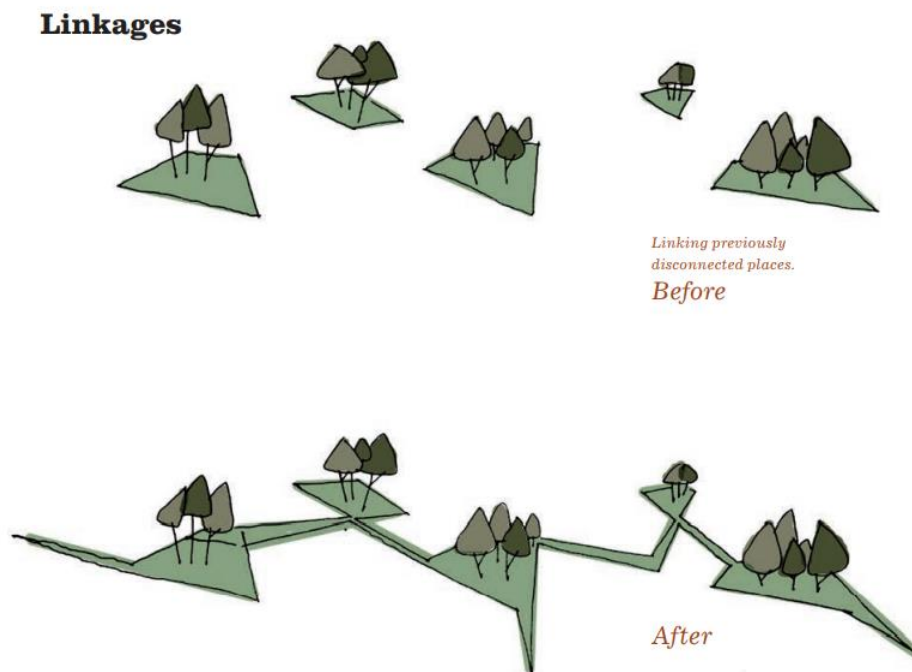


Nota: Extraído de Olbińska, K. et al. (2018). El valor de los parques urbanos en Lodz. Gestión y Valoración Inmobiliaria

### 2.2.3 Red interconectada de parques

El primer tipo de proyecto de Linkage Park es uno que conecta los parques existentes y separados, se muestra en la figura 4 la representación de estos tipos de parques. El proyecto Southern Ridges en Singapur es una iniciativa de Parques Nacionales que conecta 10 km de diversos espacios "verdes" en el sur del país. Una vez que los visitantes han pasado la primera prueba, saliendo de la estación de MRT a través de un laberíntico centro comercial adyacente, están, en cuestión de minutos, envueltos en una densa sombra y una floreciente vida vegetal. En algunos lugares, las paredes de vegetación empujan hacia el cielo en todas las direcciones.

Figura 4. Parques aislados y parques unificados



Nota: Extraído de Olbińska, K. et al. (2018). El valor de los parques urbanos en Lodz. Gestión y Valoración Inmobiliaria

#### 2.2.4 Ecología del Paisaje

La visión e interpretación del paisaje desarrollada desde la ecología del paisaje se fundamenta en una aproximación de carácter estructural —morfológica y a la vez funcional. En otras palabras, podemos decir que se analizan las características estructurales y morfológicas que componen un territorio en un momento determinado y/o su evolución a lo largo del tiempo, infiriendo a la vez en su incidencia a nivel de funcionalidad ecológica. Por lo tanto, podemos concluir que la ecología del paisaje focaliza su atención en tres características: la estructura, la funcionalidad y el cambio. (Forman y Godron, 1986)

Las unidades morfológicas y estructurales que componen el paisaje están relacionadas desde un punto de vista funcional, al producirse entre ellas intercambios de energía, materiales, organismos, información, etc. Evidentemente, los cambios y el dinamismo imperante en la composición estructural y morfológica del paisaje tienen su origen en la propia dinámica ecológica y está fuertemente condicionada por la actividad antrópica, especialmente en los paisajes más humanizados. La sociedad es, en muchas ocasiones, la variable ecológica dominante en la determinación de la configuración del paisaje y, en consecuencia, de las implicaciones funcionales que se generan, tanto en un momento dado como en su evolución a lo largo del tiempo. La sistematización y la definición de los principales componentes de la estructura del paisaje desde la perspectiva de la ecología del paisaje se recopilaron ya en el primer manual de ecología del paisaje publicado el año 1986 por Richard Forman y Michel Godron. Esta aproximación fue actualizada y complementada posteriormente por el mismo Richard Forman (1995). Existen muchas otras aportaciones y publicaciones interesantes en esta línea publicadas en lengua inglesa, algunas de las cuales han visto la luz muy recientemente.

Lamentablemente son mucho menos habituales las aportaciones publicadas en lenguas El elemento base para la interpretación del paisaje es el concepto de mosaico (mosaic), que está compuesto por todo un conjunto de elementos (landscape elements). El concepto de mosaico y la discriminación de los elementos que lo componen se pueden aplicar e inferir a cualquier escala, desde la microscópica hasta la planetaria. Tres mecanismos son los que originan esta distinción de elementos: las diferencias en el substrato, la dinámica natural, con sus perturbaciones, y, finalmente, la actividad humana. En el mosaico podemos diferenciar tres grandes tipos de elementos: los fragmentos (patches), los corredores (corridors) y la matriz (matrix). Los fragmentos son las diferentes unidades morfológicas que se pueden diferenciar en el territorio. Los corredores son las conexiones existentes entre unos fragmentos y otros. La matriz es el complejo formado por fragmentos y corredores. Desde un punto de vista funcional, una correcta interpretación de la matriz requiere de la determinación del elemento dominante. El elemento dominante es el que ocupa una mayor superficie y está mejor conectado y acaba desempeñando un papel fundamental en la dinámica del paisaje. Esta discriminación de dominancia no es siempre evidente ni fácil de establecer.

### 2.2.5 Parques Sostenibles

Según González-Odio (2022), el desarrollo sostenible, ciudad sostenible y sustentabilidad urbana son conceptos asociados y, ante todo, complejos en tanto pretenden involucrar y balancear objetivos de distinta índole Especialmente en torno a la sustentabilidad urbana se desprenden diferentes métodos, respondiendo a distintos enfoques o énfasis en determinados aspectos o

funciones del ambiente urbano, con lo cual los indicadores pueden variar según el contexto específico de aplicación, sus condiciones, prioridades y objetivos.

En cualquier caso, tales conceptos constituyen un marco de integración de diferentes dimensiones del medio ambiente y del desarrollo, desde distintas escalas y perspectivas. De manera análoga, el discurso y el análisis de la sustentabilidad, referido a los parques o al verde urbano, es campo de múltiples miradas desde diversas escalas y enfoques de integración.

En primer lugar, en los análisis de sustentabilidad a escala urbana o de ciudad, los parques y espacios verdes suelen ser considerados solo como un indicador o un dato más en las guías o estructuras analíticas determinadas, agrupados ya sea en términos de área (m<sup>2</sup>) de espacio verde, acciones de mejoramiento de la biodiversidad, incremento de áreas naturales mantenimiento de parques y preservación de recursos naturales.

#### 2.2.6 Sistemas de Información Geográfica

Los orígenes del análisis espacial se encuentran en la geografía cuantitativa, que se convirtió en una importante escuela de pensamiento durante las décadas de 1950 y 1960. Dicha escuela realizó un importante aporte al modernizar y convertir la geografía tradicional en una disciplina más científica, mediante una revolución dentro de las técnicas y métodos geográficos, particularmente a través de la introducción de métodos estadísticos avanzados y del uso de la tecnología cibernética, hasta entonces prácticamente desconocidos por la geografía. Según señalan Buzai y Baxendale (2006), cuando se enfoca el análisis espacial desde un punto de vista temático, constituye una serie de técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas al estudio de los datos distribuidos sobre el espacio geográfico, mientras que cuando se lo enfoca desde la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica, el análisis espacial se considera su núcleo, ya que es el

que posibilita trabajar con las relaciones espaciales de las entidades contenidas en cada capa temática de la base de datos geográfica. Gustavo D. Buzai, et al. (2016)

### 2.2.7 Componentes para determinación del índice de Sustentabilidad Ecológica:

Determinar estos índices conduce a la obtención del Índice de Sustentabilidad Ecológica, que es una herramienta valiosa para medir y gestionar la salud y funcionalidad del arbolado urbano. A través de esta evaluación, se puede obtener un panorama detallado del estado actual y las necesidades futuras del entorno verde urbano. Los beneficios de obtener un índice robusto incluyen una mejor planificación y gestión del arbolado, optimización de los recursos para su mantenimiento, fortalecimiento de la resiliencia urbana frente al cambio climático, y mejoramiento de la calidad de vida para los habitantes urbanos. Así, se asegura que las áreas verdes no solo existan, sino que estén en las mejores condiciones para beneficiar tanto al medio ambiente como a la población.

Además de los componentes que se ha mencionado, para determinar el Índice de Sustentabilidad Ecológica del arbolado urbano viario y de redes de parques, es posible considerar incluso otros elementos:

**Resiliencia frente al cambio climático:** Evaluar qué tan preparadas están las especies de árboles para adaptarse a los cambios en el clima y si pueden sobrevivir y prosperar a medida que las condiciones cambian. **Beneficios ecosistémicos:** Como la capacidad de los árboles para mejorar la calidad del aire, reducir la erosión del suelo, proporcionar sombra, y ofrecer hábitat para la fauna urbana. **Relación con el entorno urbano:** Medir cómo se integra el arbolado con las infraestructuras urbanas, como calles, edificios, y redes de servicios básicos. **Valor estético y cultural:** Reconocimiento del valor que la comunidad local otorga al arbolado por razones culturales,

históricas o estéticas. Funciones de mitigación: Evaluación de la capacidad del arbolado para reducir los impactos de fenómenos climáticos extremos, como olas de calor, inundaciones o tormentas.

#### A. Biodiversidad

Según la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, (2010, p. 23), la biodiversidad de árboles se refiere a la variedad de especies de árboles presentes en un determinado lugar o ecosistema. Cuanta mayor sea la diversidad de especies de árboles, mayor será la biodiversidad y la variedad de servicios ecosistémicos que pueden proporcionar, como la producción de oxígeno, la regulación del clima, la conservación del suelo y la provisión de hábitats para la fauna. La biodiversidad de árboles es importante tanto a nivel local como global, ya que los árboles desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad en general. Al ser organismos que viven durante períodos prolongados y que proporcionan hábitats estables, los árboles pueden albergar una amplia variedad de especies, desde plantas epífitas y musgos hasta aves y mamíferos.

La biodiversidad forestal urbana se refiere a la diversidad de especies de árboles y otros elementos vegetales presentes en entornos urbanos, como parques, calles, jardines y áreas verdes. La presencia de una amplia variedad de especies vegetales en entornos urbanos es fundamental para mantener la biodiversidad y proporcionar una serie de beneficios ambientales, sociales y económicos.

La biodiversidad forestal urbana es importante porque los árboles y otras plantas desempeñan múltiples roles en los ecosistemas urbanos. Contribuyen a la calidad del aire al absorber dióxido de carbono y otros contaminantes, reducen el efecto de isla de calor urbano al proporcionar sombra y refrescar el ambiente, ayudan a regular el ciclo del agua al absorber y filtrar la lluvia, y

proporcionan hábitats para diversas especies de fauna urbana.

#### A.1 Regla del 10% de SantaMour

La regla del 10% de Santamour es una regla general utilizada en la silvicultura urbana para determinar el tamaño adecuado de los árboles a plantar en espacios urbanos, como calles, aceras y áreas verdes. Esta regla establece que el tamaño del hoyo o espacio disponible para plantar un árbol debe ser al menos un 10% del ancho total de la calle o área donde se va a plantar.

La regla fue propuesta por el urbanista Robert Santamour Jr., y su objetivo es asegurar que los árboles tengan suficiente espacio para desarrollar un sistema de raíces saludable y crecer adecuadamente en entornos urbanos. Al proporcionar un espacio de siembra adecuado, se permite que las raíces se extiendan y penetren en el suelo, lo que es esencial para el crecimiento y la estabilidad del árbol a largo plazo.

La regla del 10% de Santamour también tiene en cuenta otros factores como el tamaño del tronco y la altura del árbol en relación con el espacio disponible. Se considera que, si se siguen las directrices de la regla, el árbol tendrá un mejor acceso a los recursos necesarios, como agua, nutrientes y espacio para el crecimiento de raíces, lo que contribuirá a su salud y longevidad en el entorno urbano.

Es importante tener en cuenta que la regla del 10% de Santamour es una guía general y no se aplica a todas las situaciones de plantación de árboles en entornos urbanos. En algunos casos, puede haber restricciones de espacio o infraestructuras subterráneas que limiten el tamaño del hoyo de plantación. En tales casos, es necesario realizar evaluaciones y adaptar las prácticas de plantación de árboles según las condiciones específicas del sitio.

En resumen, la regla del 10% de Santamour establece que el tamaño del espacio de plantación para un árbol en un entorno urbano debe ser al menos el 10% del ancho total de la calle o área. Esta regla busca garantizar un adecuado espacio para el desarrollo de las raíces y promover la salud y longevidad de los árboles en entornos urbanos.

#### B. Adaptabilidad forestal urbana

Según Guariguata (2009), La adaptabilidad de los árboles se refiere a su capacidad para ajustarse y sobrevivir en diferentes condiciones ambientales. Los árboles pueden mostrar adaptabilidad a través de diferentes mecanismos, como cambios en su fisiología, capacidad de resistencia a enfermedades, tolerancia a condiciones extremas (como sequías o suelos pobres) y capacidad para competir con otras especies.

La adaptabilidad de los árboles es crucial para su supervivencia y éxito en entornos cambiantes. Los árboles que son capaces de adaptarse a nuevas condiciones ambientales tienen más probabilidades de sobrevivir, reproducirse y transmitir sus características adaptativas a las siguientes generaciones.

La adaptabilidad forestal urbana se refiere a la capacidad de los árboles y otras plantas para sobrevivir, crecer y prosperar en entornos urbanos, que a menudo presentan desafíos como suelos compactados, limitaciones de espacio para el crecimiento de raíces, exposición a la contaminación del aire y falta de agua. Los árboles adaptados al medio urbano tienen características que les permiten resistir estas condiciones adversas y seguir proporcionando beneficios ambientales.

Algunas características de adaptabilidad forestal urbana incluyen:

- Tolerancia a la contaminación: Los árboles urbanos deben ser capaces de tolerar altos niveles de contaminantes atmosféricos, como gases de escape de vehículos y partículas

en suspensión.

- Resistencia a condiciones adversas: Los árboles urbanos deben poder sobrevivir en suelos compactados, con bajos niveles de nutrientes y retención de agua limitada.
- Tolerancia a la poda y al manejo: Los árboles urbanos a menudo requieren podas para mantener su forma y evitar interferencias con infraestructuras, por lo que es importante que sean capaces de tolerar este tipo de manejo.
- Tolerancia a la sequía: En entornos urbanos, la disponibilidad de agua puede ser limitada, por lo que los árboles adaptados al medio urbano deben ser capaces de resistir periodos de sequía y tener requerimientos de riego reducidos.

### C. Cobertura Forestal Urbana

Según Geraldí, A. (2022), la cobertura forestal urbana se refiere a la cantidad y extensión de áreas cubiertas por bosques y vegetación arbórea en entornos urbanos, como ciudades y zonas urbanizadas. Esta cobertura vegetal puede incluir árboles en parques, áreas verdes, calles, jardines y otros espacios urbanos donde la vegetación se encuentra presente.

La presencia de una cobertura forestal urbana adecuada es esencial para promover una serie de beneficios ambientales, sociales y económicos en las áreas urbanas:

**Mejora de la calidad del aire:** Los árboles y vegetación en las ciudades actúan como filtros naturales que absorben dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros contaminantes del aire, como óxidos de nitrógeno y partículas finas. Esto ayuda a mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación atmosférica.

**Regulación del clima:** La cobertura forestal urbana proporciona sombra y ayuda a reducir el efecto de isla de calor urbano, donde las áreas urbanas son más cálidas que las áreas rurales circundantes.

Los árboles evapotranspiran agua, lo que enfría el ambiente y ayuda a mitigar las altas temperaturas en ciudades.

Conservación de la biodiversidad: Los bosques urbanos pueden proporcionar hábitats para una variedad de especies de flora y fauna. La presencia de árboles y vegetación diversa en las ciudades puede fomentar la biodiversidad y brindar refugio y alimento para aves, insectos y otros animales.

Mejora del bienestar humano: Los espacios verdes urbanos, como parques y áreas arboladas, ofrecen lugares de recreación y esparcimiento para los residentes de la ciudad. Los estudios han demostrado que la exposición a la naturaleza y la vegetación pueden tener beneficios para la salud mental y física de las personas.

Control del agua y prevención de inundaciones: Los árboles y la vegetación ayudan a regular el ciclo del agua en las ciudades, absorbiendo y reteniendo el agua de lluvia, lo que puede reducir el riesgo de inundaciones y mejorar la calidad del agua.

Sin embargo, mantener una adecuada cobertura forestal urbana puede ser un desafío debido a la limitada disponibilidad de espacio y la presión de desarrollo en áreas urbanas. Es importante implementar políticas y prácticas de planificación urbana que promuevan la conservación y expansión de áreas verdes y bosques urbanos para garantizar los beneficios que brindan a los habitantes de las ciudades y al medio ambiente en general.

#### D. Estado Sanitario Forestal Urbano

De acuerdo a Arboit, M (2017), el estado sanitario forestal urbano se refiere a la salud y condición de los árboles y bosques situados en entornos urbanos. En particular, este concepto aborda la presencia o ausencia de enfermedades, plagas, y otros problemas que pueden afectar a la

vegetación en zonas urbanas. Las áreas urbanas presentan desafíos únicos para el manejo y cuidado de los árboles, que pueden ser más susceptibles a ciertos problemas debido a factores como la contaminación, la compactación del suelo, el estrés por sequía y el calor urbano.

Algunos componentes y consideraciones clave del estado sanitario forestal urbano incluyen:

**Plagas y Enfermedades:** Estos son problemas comunes que afectan a los árboles en zonas urbanas. Las plagas como el escarabajo del olmo o el barrenador esmeralda del fresno han causado daños significativos a los bosques urbanos en diferentes partes del mundo.

**Factores Abióticos:** Estos incluyen problemas como la compactación del suelo, la contaminación, la escasez de agua, el daño por maquinaria o construcción y otros factores no vivos que pueden afectar la salud de los árboles.

**Monitoreo y Diagnóstico:** Para mantener un buen estado sanitario forestal urbano, es esencial realizar monitoreos regulares y diagnósticos para detectar y tratar problemas a tiempo.

**Manejo Integrado de Plagas:** Este enfoque combina prácticas culturales, biológicas, químicas y mecánicas para gestionar plagas y enfermedades de una manera que minimice los riesgos para las personas, los árboles y el medio ambiente.

**Educación y Sensibilización:** Informar al público y a los responsables de la toma de decisiones sobre la importancia de mantener un estado sanitario forestal urbano saludable es crucial. Esto puede implicar enseñar a los residentes cómo plantar y cuidar árboles, cómo identificar signos de enfermedades o plagas, y a quién contactar para obtener ayuda.

Mitigación del Cambio Climático: Las condiciones cambiantes pueden exacerbar ciertos problemas de salud de los árboles o introducir nuevos desafíos. La adaptación y la resiliencia son esenciales para mantener un estado sanitario óptimo en el contexto del cambio climático.

El estado sanitario forestal urbano es esencial no sólo por el bienestar de los árboles y el ecosistema, sino también por los beneficios que los árboles saludables ofrecen a las comunidades urbanas, como la mejora de la calidad del aire, la reducción del efecto isla de calor, y el bienestar psicológico y físico de los residentes. Por ello, es fundamental que las ciudades inviertan en la salud y mantenimiento de sus árboles y bosques urbanos.

#### E. Criticidad forestal urbana

De acuerdo a Andreu M. G., (2009) La evaluación de los factores críticos o urgentes que afectan a los árboles y bosques urbanos, pueden incluir: Pérdida o Reducción de Espacios Verdes: La rápida urbanización puede llevar a la pérdida de áreas forestales urbanas. Salud de los Árboles: Problemas como enfermedades, plagas o daños físicos que pueden afectar la salud y longevidad de los árboles en un entorno urbano. Manejo Inapropiado: Falta de poda, plantación inadecuada o manejo incorrecto del agua. Conflictos de Infraestructura: Las raíces de los árboles pueden interferir con las aceras, carreteras o tuberías subterráneas. Factores Climáticos: Cambios climáticos o eventos extremos que afectan a la vegetación urbana, como olas de calor, tormentas o sequías prolongadas. Presiones Antropogénicas: Contaminación, construcción y otros factores humanos que afectan la salud del ecosistema urbano.

#### F. Factor de Ocupación forestal urbano

Según Arboit, M (2017), el factor de ocupación forestal urbano (a veces referido como índice o tasa de cobertura arbórea) se refiere a la proporción del área urbana que está cubierta por árboles.

Este factor puede expresarse como un porcentaje y se utiliza para evaluar y monitorear la cantidad de vegetación arbórea dentro de un espacio urbano.

El factor de ocupación forestal urbano es crucial por varias razones:

**Beneficios Ambientales:** Los árboles urbanos ofrecen múltiples beneficios, incluyendo la mejora de la calidad del aire, la reducción del efecto isla de calor y la absorción de dióxido de carbono.

**Gestión Urbana:** Sirve como una herramienta para que los urbanistas y administradores públicos determinen si una ciudad o municipio alcanza objetivos preestablecidos en cuanto a áreas verdes o forestación urbana.

**Salud Pública:** Las áreas con mayor cobertura arbórea están asociadas con mejor calidad del aire y espacios recreativos, lo que puede tener beneficios para la salud de la población.

**Biodiversidad:** Las zonas urbanas con alta cobertura arbórea pueden servir como hábitat para diversas especies de flora y fauna.

**Estética y Bienestar:** Las áreas con árboles y vegetación contribuyen a paisajes urbanos más atractivos y se ha demostrado que promueven el bienestar psicológico.

Para calcular el factor de ocupación forestal urbano, generalmente se utilizan técnicas como la interpretación de imágenes satelitales, sistemas de información geográfica (SIG) o incluso drones equipados con cámaras. Estas herramientas permiten obtener un mapeo detallado del dosel arbóreo y determinar cuánto espacio cubren los árboles en relación con el área total analizada.

Es importante mencionar que el factor de ocupación forestal urbano puede variar significativamente entre diferentes áreas de una ciudad, dependiendo de la planificación urbana,

la existencia de parques, jardines y otras zonas verdes, así como de las políticas públicas orientadas a la forestación o reforestación.

#### G. Composición etaria forestal urbana

De acuerdo a Andreu M. G et., (2009) La "composición etaria forestal urbana" se refiere a la distribución de árboles según su edad en un área forestal urbana. Es decir, considera cuántos árboles jóvenes, maduros o ancianos hay en un espacio verde o entorno urbano determinado. La composición etaria es fundamental por varias razones:

**Salud y Vitalidad del Bosque:** Un bosque con una buena mezcla de árboles jóvenes, maduros y ancianos suele ser más resiliente ante enfermedades, plagas y otros factores de estrés.

**Renovación Natural:** Es esencial contar con árboles jóvenes o en crecimiento para garantizar la renovación natural del bosque o parque en el futuro.

**Diversidad de Hábitat:** Diferentes edades de árboles proporcionan diferentes hábitats para la fauna. Por ejemplo, algunos pájaros podrían preferir anidar en árboles más viejos con cavidades, mientras que otros podrían elegir árboles más jóvenes.

**Gestión y Planificación:** Conocer la composición etaria puede ayudar a los gestores urbanos a planificar el mantenimiento, las plantaciones y otras intervenciones en los espacios verdes.

**Estabilidad del Ecosistema:** Árboles de diferentes edades tienen diferentes tasas de absorción de agua, captura de carbono y otras funciones ecosistémicas. Un balance adecuado puede ayudar a mantener un ecosistema estable y funcional.

En un entorno urbano, comprender la composición etaria es vital no solo desde una perspectiva ecológica, sino también para la planificación y gestión urbana. Por ejemplo, si la mayoría de los

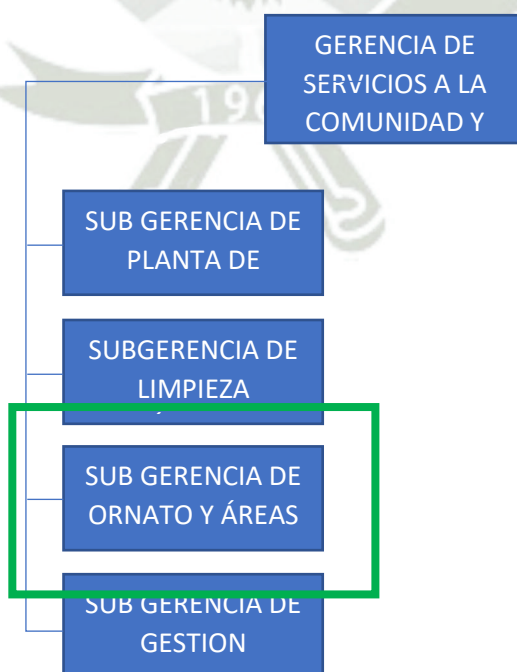
árboles en una calle o parque son ancianos y están cerca del final de su vida útil, podría haber un riesgo significativo de caídas o problemas de salud de los árboles en el futuro cercano. En este caso, la planificación podría requerir plantaciones sucesivas para garantizar la continuidad del dosel arbóreo y los beneficios asociados.

#### H. Pertinencia forestal urbana

Se puede entender según Andreu M. G et., (2009) como la relevancia y adecuación de la forestal urbana en un contexto determinado, esto puede relacionarse con cómo los esfuerzos y prácticas en forestación urbana son relevantes para abordar los desafíos específicos de una ciudad o región, como la mitigación del efecto de isla de calor, la mejora de la calidad del aire, el fortalecimiento de la biodiversidad, o el bienestar mental y físico de los habitantes.

En términos más simples, podría referirse a cuán apropiadas y benéficas son las prácticas y políticas de forestación urbana para una comunidad o área urbana específica.

#### 2.2.8 Organigrama de gestión municipal de Yanahuara Orientada a servicios a la comunidad y protección al ambiente.



Nota: Fragmento de la Estructura Orgánica de la Municipalidad Distrital de Yanahuara, extraído de Tomado de Reglamento de Organización y funciones -ROF D.S.N° 054-2018-PCM

## 2.3 MARCO LEGAL

En esta sección se presenta el marco legal y normativo vigente para la gestión del arbolado urbano a nivel Nacional.

### 2.3.1 Constitución Política del Perú

La Constitución Política del Perú en su artículo 2°, inciso 22, reconoce que la persona es el fin supremo de la sociedad y del Estado y privilegia el derecho fundamental a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida (PERU, 1993).

### 2.3.2. Ley N°28611 - Ley General del Ambiente

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida (MINAM, 2005).

### 2.3.3. Ley N° 26842 - Ley General de Salud

Establece que toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección

del ambiente. Si la contaminación del ambiente significa riesgo o daño a la salud de las personas, la Autoridad de Salud dictará las medidas de prevención y controles indispensables para que cesen los actos o hechos (MINSA, 1997).

2.3.4. Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM - Política Nacional del Ambiente Lineamientos para Residuos Sólidos, establecidos en el Eje de Política 2. Gestión Integral de la Calidad Ambiental.

- Desarrollar y promover la adopción de modelos de gestión apropiada de residuos sólidos adaptados a las condiciones de los centros poblados.
- Promover la minimización en la generación de los residuos y el efectivo manejo y disposición final segregada de los residuos sólidos peligrosos, mediante instalaciones y sistemas adecuados a sus características particulares de peligrosidad, etc. (MINAM, 2009).

2.3.5 Ley N° 28245 - Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental

La presente Ley tiene por objeto asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales a fin de garantizar que cumplan con sus funciones y de asegurar que se evite en el ejercicio de ellas superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos (MINAM, 2004, artículo 1).

2.3.6 Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades

Las municipalidades, en materia de saneamiento, tienen como función regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito de su respectiva provincia. De otro lado, el Artículo 80, Numerales 3.1 y 3.4, establece que las Municipalidades Distritales tienen como función específica exclusiva; proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y aprovechamiento industrial de desperdicios y de fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente, respectivamente (MEF, 2003).

2.3. Decreto Legislativo N°1278 - Ley de gestión integral de residuos sólidos Define a los Residuos de la Construcción y Demolición, fue promulgado el año 2016, entró en vigencia desde la promulgación de su reglamento el D.S. N° 014-2017-MINAM, el 21 de diciembre del 2017. En el mencionado reglamento clasifican como residuos no municipales especiales a los residuos sólidos producto de las actividades de la construcción y demolición e indican los responsables del adecuado manejo de los mismos (MINAM, 2016).

2.3.8 Decreto Supremo N°014-2017-MINAM - Aprueban el reglamento del Decreto Legislativo N°1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos Reglamenta el Decreto legislativo N°1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos, A fin de asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la

adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública (MINAM, 2017).

2.3.9 Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763): Esta ley establece las regulaciones generales relacionadas con el uso sostenible y conservación de los recursos forestales y de fauna silvestre en el Perú.

2.3.10 Ley Marco para el Crecimiento Verde: Aunque su enfoque no es exclusivo para parques y jardines, esta ley tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible y el crecimiento verde en Perú. Dentro de su marco, se pueden desarrollar políticas específicas para la conservación y mejora de áreas verdes urbanas.

2.3.11 Ordenanzas Municipales: Las municipalidades en Perú también emiten ordenanzas específicas relacionadas con la gestión de parques, jardines y arbolado urbano en su jurisdicción. Estas ordenanzas pueden abordar aspectos específicos como la conservación, manejo, financiamiento y desarrollo de estos espacios.

- Ordenanza Municipal Que Declara el Reconocimiento de Árboles Patrimoniales del distrito de Yanahuara, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa
- Ordenanza que regula el tendido de infraestructura aérea en las áreas de dominio público administradas por la municipalidad distrital de Yanahuara y dispone su reordenamiento como medida de Seguridad y Protección al Medio Ambiente.
- Ordenanza Municipal que aprueba el programa municipal de educación, cultura y ciudadanía ambiental de la municipalidad distrital de Yanahuara.

2.3.12 Planes y Estrategias Nacionales: Perú cuenta con diversos planes y estrategias nacionales relacionados con el ambiente y el desarrollo sostenible, que, aunque no se centren exclusivamente en parques y jardines, pueden establecer directrices para su gestión.

### 2.3.13. Marco Normativo Internacional:

#### **Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):**

Engendrada por: Todos los 193 Estados miembros de las Naciones Unidas en 2015.

Varios de los ODS tratan directa o indirectamente sobre aspectos relevantes para el arbolado urbano. El ODS 11 busca hacer las ciudades y comunidades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Parte de esto incluye proporcionar espacios verdes accesibles y seguros, lo cual implica promover el arbolado urbano. Además, el arbolado urbano también contribuye a objetivos relacionados con la salud (ODS 3), acción climática (ODS 13) y vida de ecosistemas terrestres (ODS 15).

El Pacto Global de alcaldes por el Clima y la Energía:

Este pacto, al centrarse en acciones climáticas y energéticas a nivel de ciudades, reconoce la importancia del arbolado urbano como una herramienta para la mitigación y adaptación al cambio climático. Los árboles en las ciudades ayudan a reducir las islas de calor urbano, absorben CO<sub>2</sub>, y proporcionan sombra y refrigeración, reduciendo así la necesidad de energía para la climatización.

Convenio sobre la Diversidad Biológica:

Se adoptó en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (también conocida como Cumbre de la Tierra) en Río de Janeiro en 1992. Actualmente, tiene 196 partes, lo que significa que ha sido ratificado por casi todos los países del mundo. Aunque el convenio se enfoca en la biodiversidad a nivel global, el mantenimiento y promoción del arbolado urbano contribuye a la biodiversidad local, proporcionando hábitats para diversas especies en entornos urbanos y mejorando la conexión ecológica en paisajes fragmentados.

La Iniciativa Ciudades Verdes de la UE:

Engendrada por: La Unión Europea, una entidad política y económica compuesta por 27 Estados miembros situados principalmente en Europa.

Relación con el arbolado urbano: La Unión Europea reconoce que los espacios verdes urbanos, incluidos los árboles, mejoran la calidad del aire, reducen los efectos de las islas de calor y fomentan la biodiversidad en las áreas urbanas. Esta iniciativa alienta a las ciudades a desarrollar zonas verdes como una solución sostenible y resiliente ante desafíos climáticos.

Convenio de Aarhus:

Adoptado en Aarhus, Dinamarca, en 1998, bajo el auspicio de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE). Ha sido ratificado por casi todos los países de Europa y Asia Central.

Relación con el arbolado urbano: Aunque el enfoque principal del Convenio de Aarhus es garantizar el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos medioambientales, puede influir en la planificación y gestión del arbolado urbano. Al garantizar que el público tenga voz en las decisiones medioambientales, este convenio puede fomentar la adopción de políticas y proyectos que prioricen y protejan el arbolado urbano.

Es importante señalar que mientras algunos de estos marcos ofrecen directrices claras relacionadas con el arbolado urbano, otros simplemente allanan el camino para que las políticas nacionales y locales adopten prácticas de arbolado urbano sostenible. En cualquier caso, todos reconocen, de una forma u otra, la importancia crucial de los árboles y espacios verdes en el contexto urbano para un futuro más sostenible y resiliente.



## CAPÍTULO III

### 3. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

**Tipo:** Investigación aplicada, ya que se busca generar propuestas de mejora prácticas y concretas en base a la determinación simulada (es decir con datos semirealistas) de un índice.

**Nivel:** Investigación descriptiva y explicativa. Es descriptiva porque busca diagnosticar el estado actual del arbolado urbano y las áreas verdes, y es explicativa porque intenta comprender las causas de la situación actual (basada en información semirealista) y cómo las propuestas de mejora pueden influir en un cambio positivo.

#### 3.2 UBICACIÓN ESPACIAL

##### 3.3.1 Área de estudio (física)

Distrito de la Villa Hermosa de Yanahuara, específicamente las zonas que cuentan con arbolado urbano viario y la red de parques.

##### 3.3.2 Área de Estudio (científico)

Ecología urbana y gestión ambiental, centrando su atención en la sostenibilidad de áreas verdes y la relación con la planificación y administración municipal.

#### 3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

El arbolado urbano viario y la red de parques del distrito de la Villa Hermosa de Yanahuara.

#### 3.4 3.4 VARIABLES DE ESTUDIO

Variable Independiente: Propuestas de mejora en la gestión de ornato y áreas verdes.

Variable Dependiente: Índice de Sustentabilidad Ecológica del arbolado urbano viario y de la red de parques.

### 3.5 Métodos de Investigación

#### 3.5.1 Determinar sectores de evaluación del distrito de Yanahuara mediante la generación de mapas.

Metodología:

Paso 1: Obtención de mapas oficiales del distrito.

- **Identificación de fuentes de datos:** Se obtuvieron datos geográficos y cartográficos del distrito.

Paso 2: Elaboración del mapa de sectorización basado proyectos o trabajos similares.

- **Utilización de SIG (Sistema de Información Geográfica):** Se empleó software especializado como Google Earth, QGIS o ArcGIS para la generación de mapas y visualización de imágenes satelitales. Longley, P., et al. (2011).

#### 3.5.2 Caracterizar sectores de evaluación

Metodología:

Paso 1: Preparación

- **Revisión de Mapa de Sectorización:** Se utilizó el mapa de sectorización existente para definir el orden de extracción de información.
- **Definición de Especies Objetivo:** Corresponde todas las especies de arbolado urbano viario y de red de parques.

#### Paso 2: Uso de Google Earth

- Apertura de Google Earth: Se inició la aplicación de Google Earth y se navegó hacia el área de interés para iniciar la ubicación de los árboles.
- Activación de Capas de Información: Se utilizaron puntos para marcar la ubicación de cada unidad de árbol, generando así capas de puntos dentro de una carpeta con el nombre del SECTOR.

#### Paso 2: Generación de información general de censo, basado en el trabajo de Wickramarathna S., (2021)

- Preparación de Reportes: Se generó un informe detallado con mapas, listas de especies y análisis de densidad.
- Propuestas de Conservación: Basándose en los resultados, se desarrollaron propuestas para la conservación y gestión de las especies de árboles censadas.

#### 4. Consideraciones:

- Se tuvo en cuenta que las imágenes satelitales podrían no ser recientes; es por ello que el presente trabajo adopta el enfoque semirealista.
- Se notó que la resolución y la calidad de las imágenes variaban; algunas áreas no tenían suficiente detalle para una identificación precisa.
- La identificación de especies fue desafiante a través de imágenes satelitales y Street View; se consideró la consulta con un experto en botánica cuando fue necesario.

Esta metodología permitió realizar un censo básico de las especies de árboles en las áreas verdes del distrito estudiado, siguiendo una aproximación sistemática y apoyada por herramientas digitales.

4.1.1 Determinación del índice de sustentabilidad ecológica en base a simulación de datos (biodiversidad, cobertura, composición etaria, estado sanitario, adaptabilidad al medio, pertinencia, criticidad, factor de ocupación)

Metodología:

- Completar información de acuerdo a cada criterio, según metodología específica.

Costanza, R., & Voinov, A. (2001).

Figura 5. Recolección de data en campo

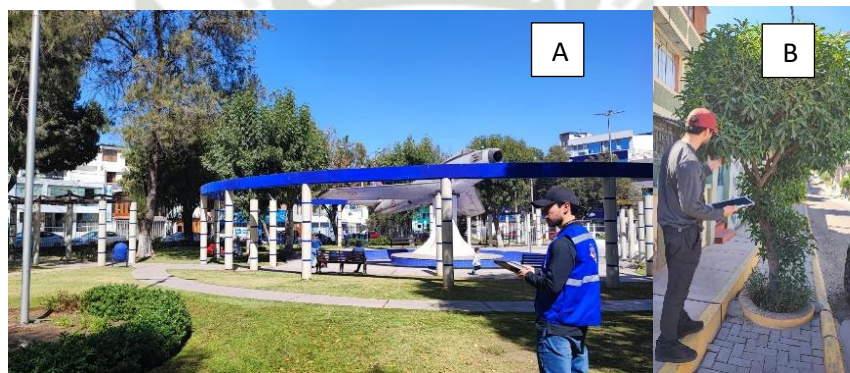


Figura A. Visita al “parque del Avión” (Yanahuara), Figura B, Toma de datos In-Situ en Urb. Independencia Americana.

4.2 Desarrollo Metodológico

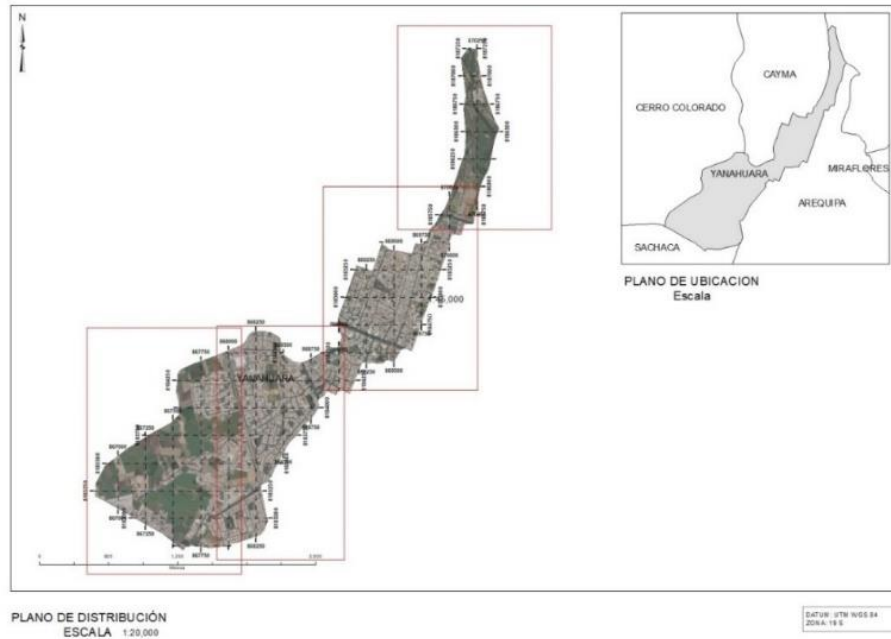
4.2.1 Determinación de sectores de evaluación del distrito de Yanahuara.

Delimitación del distrito de Yanahuara y sectorización de zonas en software de cartografía, realizada mediante interpretación visual, considerando ejes o cruces viales o segmentos urbanos de similar característica (Jorge. M, 2017)

Localización de árboles y generación de entidades vectoriales (points) en la red viaria y en la red de parques.

Generación del mapa de sectorización.

Figura 6. Mapa referencial, delimitación no actual del distrito.



Mapas modelo de entidades (points) en representación del arbolado urbano viario y del arbolado de la red de parques.

#### 4.2.2 Diagnóstico. del arbolado viario y de la red de parques del distrito de Yanahuara en base a la sectorización realizada.

Se usó la siguiente metodología:

1. Diagnóstico Ambiental y Urbano
  - a. Recopilación de datos previos:
    - Reunión con ingenieros encargados del Municipio de Yanahuara para realización de consultas

Durante nuestra visita a la División de Ornato y Áreas Verdes, pudimos observar una notable dependencia en técnicas tradicionales de gestión. Se nos mostraron planos específicos, cuidadosamente trabajados a mano, que evidenciaban el esfuerzo y detalle con que se ha venido manejando el arbolado urbano viario del área. Sin embargo, en una reveladora conversación con el

ingeniero encargado de la división, se admitió la urgencia de modernizar estos enfoques. Según él, la información con la que cuentan actualmente está desactualizada y, aunque los planos manuales son testimonio de un laborioso trabajo, se reconoció la imperiosa necesidad de implementar un plan de gestión moderno y actual que permita afrontar los desafíos contemporáneos y garantizar una adecuada conservación y optimización del arbolado urbano.

*Figura 7. Fotografía de la entrada del área División de Ornato y Áreas Verdes, en Yanahuara.*



Nota: fotografía propia

Figura 8. Fotografía de trabajos que realiza la Municipalidad, tomada con permiso del ingeniero encargo.



Nota: fotografía propia

Figura 9. Fotografía del plano oficial de sectorización del distrito de Yanahuara



Nota: fotografía propia

**A.- Desarrollo del cuadro de características generales por cada sector según la siguiente tabla.**

Se completó el siguiente cuadro de características generales, con información real del distrito, actualizada, en fuentes de información primaria o secundaria.

*Tabla 1. Cuadro de datos general*

Sectores (Nro)	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Densidad (hab/Km <sup>2</sup> )	Cantidad arboles censados

Santamour (1990), editado.

**B.- Componentes para determinación del índice de sustentabilidad ecológica.**

### 3.8.3.1 BIODIVERSIDAD

#### 1.1.- Distribución de superficies y arbolado en el distrito de Yanahuara por sectores.

Paso 1: Recopilar datos básicos.

- Se identificaron los límites geográficos precisos de cada sector (Obtención del mapa oficial de sectorización del distrito de Yanahuara, mediante solicitud a la Municipalidad) para determinar su superficie en kilómetros cuadrados (Km<sup>2</sup>). Esto mediante el uso de software cartográfico.

Paso 2: Población y densidad de población. |

- Se obtuvieron datos actuales sobre la población residente en cada sector. Esto se hizo mediante búsqueda de información de fuentes gubernamentales, censos.

- Calcula la densidad de población dividiendo la población total por la superficie del sector (Población / Superficie en Km<sup>2</sup>).

#### Paso 3: Árboles censados y densidad de árboles

- Se realizó un censo de árboles de cada sector mediante la herramienta de Google Earth y Street View. Esto implicó contar y registrar el número de árboles en cada área (aproximado debido a que no se podía ingresar a zonas privadas dentro del distrito).
- Calcula la densidad de árboles dividiendo la cantidad de árboles censados por la superficie del sector (Cantidad de Árboles Censados / Superficie en Km<sup>2</sup>).

#### Paso 4: Árboles por habitante

- Se calculó la cantidad de árboles por habitante dividiendo la cantidad de árboles censados por la población en cada sector (Cantidad de Árboles Censados / Población).

#### Paso 5: Llenar el cuadro de información

### 1.2- Especies que superan el 1% del total de ejemplares censados por sector

#### Paso 1: Censo de ejemplares y variedad de especies

- Se realizó un censo de todos los ejemplares de árboles en cada sector. Se registró el número total de ejemplares y la variedad de especies presentes en cada sector (aproximada ya que se hizo la identificación mediante navegación virtual con Google Street View (Chentao Liang et al.), apoyo de bibliografía, aplicativos como PictureThis y de un especialista en botánica.).

#### Paso 2: Identificación de especies que superan el 1%

- Se calculó el porcentaje que representa cada especie con respecto al número total de ejemplares en cada sector. Esto se hizo dividiendo el número de ejemplares de una especie entre el total de ejemplares en ese sector y multiplicando por 100.
- Se identificaron las especies que superan el 1% del total de ejemplares en cada sector. Estas fueron las especies seleccionadas.

### Paso 3: Llenar el cuadro de información

- Una vez que se determinaron las especies que superan el 1%, se completó el cuadro de información de la siguiente manera:

#### 1.3.- Cálculo de los excesos respecto a la regla del 10% de Santamour

Consistió en determinar la sumatoria de los porcentajes que exceden el 10% para cada una de las especies consideradas, basado en las recomendaciones de Santamour, completando la tabla de excesos de Santamour.

El índice a emplear para el atributo “Biodiversidad” resultó de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Biodiversidad} = 100 - \frac{\sum \text{valor absoluto excesos}}{\text{valor de referencia}} / 100$$

### 3.8.3.2 COBERTURA

Se determinó mediante el análisis visual de imágenes satelitales, evaluando cada cuadra por separado y utilizando valores de cobertura que iban desde 0% hasta 100%. Es importante destacar que un registro de 0% no implica necesariamente la total falta de vegetación, sino que significa que la cobertura no alcanza a cubrir el 10% del área total compuesta por las calzadas y aceras en la zona estudiada. Por otro lado, un registro del 100% indica que la vegetación cubre

completamente el espacio público en cuestión. Las situaciones intermedias representan diferentes grados de cobertura tal como se interpretaron en las imágenes.

Para cada calle evaluada, calculamos el porcentaje de cobertura en cada cuadra y contabilizamos la cantidad de cuadras analizadas. Luego, realizamos una estimación ponderada para obtener una aproximación más precisa de la cobertura en cada uno de los sectores que examinamos. Así, obtuvimos dos valores relacionados con la interpretación de la cobertura:

La cobertura promedio, que se calcula tomando el promedio simple de las interpretaciones de cada cuadra en una calle.

La cobertura efectiva, que se obtiene al sumar la cobertura promedio ponderada según la contribución de cada calle al total de calles en el sector bajo análisis.

El índice desarrollado para evaluar el atributo “cobertura” resultó de comparar la cobertura obtenida de cada sector resultante del cociente entre la cobertura efectiva determinada y la cobertura establecida (C.E.), con respecto a la que se establece como ideal. El índice surgió entonces de la aplicación de la siguiente

$$\text{Índice de Cobertura} = \text{Cobertura Efectiva Determinada} / \text{Cobertura Establecida}$$

### 3.8.3.3 COMPOSICIÓN ETARIA

Para la evaluación de la composición etaria de los sectores se empleó el criterio desarrollado por, Richards (1983), quien utilizando el tamaño para poder estimar la edad identificó una distribución “ideal” para los árboles urbanos, en la cual estableció cinco categorías.

Si bien la distribución por categorías diametrales puede ocasionar distorsiones de la realidad si

las mismas no se las vinculan con las especies, ya que no todos los árboles poseen la misma potencialidad de crecimiento, resultando subestimadas las categorías mayores debido a que las especies de menor porte, o de tercera magnitud como también se las denomina, no alcanzan el tamaño de las categorías superiores, resulta un método sencillo para tener una visión general sobre los esfuerzos aplicados a la renovación del arbolado urbano, vinculado fundamentalmente con las dos categorías iniciales y fundamentalmente con la primera que incluye los ejemplares recién incorporados.

Para el análisis de este indicador se emplearon solo las especies consideradas como pertinentes, para de ese modo poder evaluar solamente aquellos ejemplares cuya perdurabilidad en el arbolado urbano solo dependió de sus características individuales (vitalidad, sanidad, criticidad) y por lo tanto no estuvo involucrado en las acciones de reemplazo que debieron llevarse a cabo para efectuar el recambio de especies inadecuadas por aquellas que si lo son.

Para la elaboración del Índice de composición etaria se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{ÍNDICE DE COMPOSICIÓN ETARIA} = 100 - \frac{\text{Suma de Valores absolutos de diferencias clases diametrales}}{100}$$

Se procedió a completar la información para todos los sectores.

### **3.8.3.4 ESTADO SANITARIO**

El estado sanitario, está condicionado fundamentalmente por dos tipos de factores: bióticos y abióticos, se elaboró un listado de afecciones tales como: Smog, parásitos, excrementos de animales, sin ninguna afección.

El Índice correspondiente a Estado Sanitario surge de la aplicación de la siguiente fórmula, donde

los valores correspondientes a ejemplares sin ningún tipo de afección resultan de la diferencia entre el total de ejemplares menos la sumatoria de los que presentan algún tipo de daño, expresado en porcentajes, tal como se indica en la tabla 3:

$$\text{Índice De Estado Sanitario} = \text{Porcentaje Ejemplares Sin Ninguna Afección} / 100\%$$

### 3.8.3.5 ADAPTABILIDAD AL MEDIO

Los valores adoptados para establecer el coeficiente asignado para evaluar la adaptabilidad al medio de las distintas especies se establecen arbitrariamente según la siguiente escala:

Tabla 2. Adaptabilidad al Medio

RANGO DE VALORES	ADAPTABILIDAD AL MEDIO	COEFICIENTE ASIGNADO
<b>60 a 50 puntos</b>	Muy adaptado al medio	<b>1</b>
<b>49 a 40 puntos</b>	Bien adaptado al medio	<b>0,80</b>
<b>39 a 30 puntos</b>	Poco adaptado al medio	<b>0,40</b>
<b>Menos de 30 puntos</b>	No adaptado al medio	<b>-0,40</b>

Nota: Extraído de McPherson, 1998

El cálculo del Índice de Adaptabilidad al medio se obtiene de la semisuma de los valores obtenidos al afectar el porcentaje de cada una de las especies cuya frecuencia es superior al 1% por el coeficiente asignado.

Nota: Extraído de McPherson, 1998

#### Paso 1: Recopilación de datos

Se recopiló información sobre cada especie a incluir en la tabla. Esta información tuvo como fuente de información artículos científicos, libros de referencia, guías de jardinería, investigaciones previas o expertos en botánica.

### Paso 2: Definición de las categorías

Se definieron las categorías como "Tolerancia a la Sequía", "Tolerancia al calor", etc, basadas en bibliografía.

### Paso 3: Evaluación de las especies

Se evaluó cada especie en función de las categorías especificadas por el método establecido en las "Pautas para la Diversidad del Bosque Urbano, Estrategia de Selección de Especies de Árboles para la Ciudad de Melbourne 2011" debido a su simplicidad. La idoneidad de cada especie para entornos urbanos se determina sumando las puntuaciones obtenidas en doce criterios distintos. Cada criterio tiene una puntuación que varía de 1 a 5, y cuanto más cerca esté una especie de alcanzar la puntuación ideal de 60, más adecuada será para el entorno urbano.

. Esto implicó asignar una puntuación o un valor para cada característica, en base a lo siguiente:

La tolerancia a la sequía se define como la capacidad de una especie para soportar períodos secos prolongados. Las plantas que requieren menos agua, una vez que se establecen, son generalmente más tolerantes porque están adaptadas a regiones con sequías frecuentes o a suelos con baja capacidad de almacenamiento de agua.

Escala:

1 = no tolerante a períodos secos extendidos.

5 = altamente tolerante a períodos secos extendidos

La tolerancia al calor se puede definir como la resistencia a temperaturas elevadas durante un período prolongado, lo suficiente como para causar daños irreversibles al crecimiento y desarrollo de las plantas. Las altas temperaturas, ya sea de manera transitoria o constante, provocan cambios significativos en el crecimiento de las plantas.

Escala:

1 = no tolerante a temperaturas altas transitorias o constantes.

5 = tolerante a temperaturas altas transitorias o constantes.

La tolerancia al viento se evalúa según la susceptibilidad de la especie o variedad a la rotura de ramas sanas debido a la acción del viento.

Escala:

1 = baja tolerancia para soportar vientos.

3 = tolerancia moderada para soportar vientos.

5 = tolerancia alta para soportar vientos.

La longevidad consiste en la expectativa de vida prevista para una especie de árbol en un entorno urbano, teniendo en cuenta su conservación estética y su seguridad. En general, los árboles urbanos tienen vidas más cortas que en su hábitat natural.

Escala:

1 = vida muy corta ( menor a 30 años)

2 = vida corta (30- 50 años).

3 = vida moderada (50-100 años).

4= vida moderada a larga. (100-150 años).

5= vida larga (> 150 años)

La tolerancia a la contaminación se relaciona con la capacidad de las especies para evitar la deposición de agentes contaminantes en sus hojas o para tolerarlos bioquímicamente. Algunas especies pueden metabolizar los contaminantes y convertirlos en sustancias menos tóxicas.

Escala:

5 = altamente tolerante a la contaminación

3 = moderada tolerancia a la contaminación

1 = poco tolerante a la contaminación

La susceptibilidad a plagas y enfermedades se basa en la susceptibilidad de las especies a los ataques de plagas o enfermedades importantes y en la facilidad o dificultad de controlarlos.

Escala:

1 = alta susceptibilidad a pestes y/o plagas, con dificultoso control.

5 = baja susceptibilidad a pestes y/o plagas, con fácil control.

La potencialidad alergénica se relaciona con la capacidad de ciertas especies de árboles para causar alergias debido a la producción y liberación de polen.

Escala:

1 = alto potencial como alergénico.

5 = bajo potencial como alergénico.

La proyección de sombra se evalúa cualitativamente según la forma y densidad del follaje del árbol.

Escala:

1 = bajo proyección de sombra.

3 = moderada proyección de sombra.

5 = alta proyección de sombra.

Los requerimientos de mantenimiento se clasifican en función del tamaño y el crecimiento de la planta, siendo los árboles más jóvenes los que requieren más trabajo de poda para adaptarse al entorno.

Escala:

5 = bajo - debido al tamaño o al hábito del crecimiento de la planta.

3 = moderado - requiere programas de poda periódicos y convencionales para solucionar adecuación al sitio, manejo del riesgo y regularización del ejemplar.

1 = alto - las necesidades de mantenimiento son mayores que los estándares convencionales.

La generación de residuos se evalúa en términos de la cantidad, calidad y periodicidad de los residuos que genera el árbol, lo que puede causar problemas en entornos urbanos.

Escala:

1 = cantidad, calidad y/o periodicidad de generación de residuos muy inconvenientes.

3= cantidad, calidad y/o periodicidad de generación de residuos medianamente inconvenientes.

5 = cantidad, calidad y/o periodicidad de generación de residuos poco inconvenientes.

La persistencia del follaje se refiere a si el árbol mantiene sus hojas durante todo el año o las pierde en ciertas estaciones.

Escala:

1= follaje persistente

3= follaje semi-persistente<sup>4</sup>

5= follaje caduco

El desarrollo de raíces se evalúa en función de la tasa de crecimiento de las raíces y su capacidad para causar daños a aceras, pavimentos y construcciones en entornos urbanos.

Escala:

1= raíces de alta tasa crecimiento que generan daños de importancia.

3= raíces de mediana tasa de crecimiento que generan daños moderados.

5= raíces de mediana tasa de crecimiento que no generan daños de importancia.

Paso 4: Llenado de la tabla

Completa la tabla con los datos recopilados y las evaluaciones realizadas para cada especie. Puedes asignar un valor numérico o utilizar descripciones como "Baja", "Media" o "Alta" según corresponda para cada característica.

### 3.8.3.6 PERTINENCIA

El cálculo del Índice de Pertinencia se obtiene de la semisuma de los valores obtenidos al afectar el porcentaje de cada una de las especies cuya frecuencia es superior al 1% por los valores asignados.

Nota: Extraído de Mario J. Amilkar (2017)

Se utilizó la siguiente escala:

Especies pertinentes 1

Especies parcialmente pertinentes 0

Especies no pertinentes -1

### 3.8.3.7 CRITICIDAD

Para evaluar el grado de criticidad del arbolado viario y en parques en los sectores elegidos, se empleó la base de datos del Censo más reciente del distrito de Yanahuara.

Las variables consideradas en la determinación de la criticidad fueron las siguientes:

Altura total: valor mínimo 3 m.

Diámetro de tronco al metro: valor mínimo 20 cm

Angulo de inclinación: valor mínimo 15°

Vitalidad: se consideran los árboles relevados como secos o poco vitales

Ahuecamiento de tronco: se consideran a partir de los de mediana intensidad.

Ahuecamiento de ramas primarias

Cabe aclarar que, si bien la criticidad surge de la presencia de al menos tres de las características enunciadas y que su gradiente dependerá de la magnitud de las mismas, no se efectuó en este trabajo una categorización del grado de criticidad.

Para obtener el índice de criticidad, sencillamente se determinó el porcentaje de árboles críticos sobre la totalidad de los mismos que reúnen las condiciones de tamaño para ser evaluados, valores que se aplican según la siguiente ecuación:

### **3.8.3.8 FACTOR DE OCUPACIÓN:**

El Factor de Ocupación es un nuevo indicador, incorporado a los siete definidos originalmente, surgido de la necesidad de establecer una manera de valorar, en una dimensión territorial, el aprovechamiento de los sitios de plantación reales y virtuales existentes en el distrito de Yanahuara.

De la información censal surgen tres tipos de situaciones en lo que al tipo de ocupación respecta:

Sitio de plantación ocupado por un árbol u otro espécimen botánico.

Sitio de plantación sin ocupación

Sitio de plantación potencial, sin estar materializado no ocupado

Los valores obtenidos del relevamiento censal realizado durante los años 2010 y 2011 arrojaron los siguientes guarismos para cada una de las comunas propuestas como casos de Considerando que el valor más significativo para la ponderación de este Índice es el que lo vincula directamente con lo que se ha denominado Factor de Ocupación Neto Calificado, que representó que parte del universo total de sitios de plantación de los sectores (planteras

ocupadas, vacías y potenciales) se encuentran ocupadas por especies pertinentes, el valor obtenido para dicho factor, expresado como fracción decimal es el que se adopta, por lo que los valores resultan:

### 3.8.3.9 Determinación del índice de sustentabilidad ecológica del arbolado viario y de la red de parques del distrito de Yanahuara en conjunto.

Definidos y calculados los ocho indicadores que se han empleado para evaluar la situación del arbolado urbano viario en los sectores definidos en el distrito de Yanahuara, se procede a elaborar el INDICE DE SUSTENTABILIDAD DEL ARBOLADO VIARIO Y DE LA RED DE PARQUES, constituido por la sumatoria de cada uno de los índices obtenidos.

Los valores obtenidos para cada uno de los índices son los que se detallan a continuación:

Tabla 3. Resumen de índices

	S1	S2	S3
<b>Índice de Biodiversidad</b>			
<b>Índice de Cobertura</b>			
<b>Índice de Composición Etaria</b>			
<b>Índice de Estado Sanitario</b>			
<b>Índice de Adaptabilidad al Medio</b>			
<b>Índice de Pertinencia</b>			

	S1	S2	S3
<b>Índice de Adaptabilidad al Medio</b>			

	S1	S2	S3
<b>Índice de Factor de Ocupación</b>			

Nota: Extraído de Mario J. Amilkar (2017)

La construcción del INDICE DE SUSTENTABILIDAD DEL ARBOLADO VIARIO, como se dijo anteriormente resultó de la sumatoria de la totalidad de los índices para cada una de las comunas analizadas.

Tabla 4. Resumen de índices II

ÍNDICE	S1	S2	S3
A. Biodiversidad			
B. Cobertura			
C. Composición Etaria			
D. Estado sanitario			
E. Adaptabilidad al medio			
F. Pertinencia			
G. Criticidad			
H. Factor de ocupación			
<b>ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD</b>			

Nota: Extraído de Mario J. Amilkar (2017)

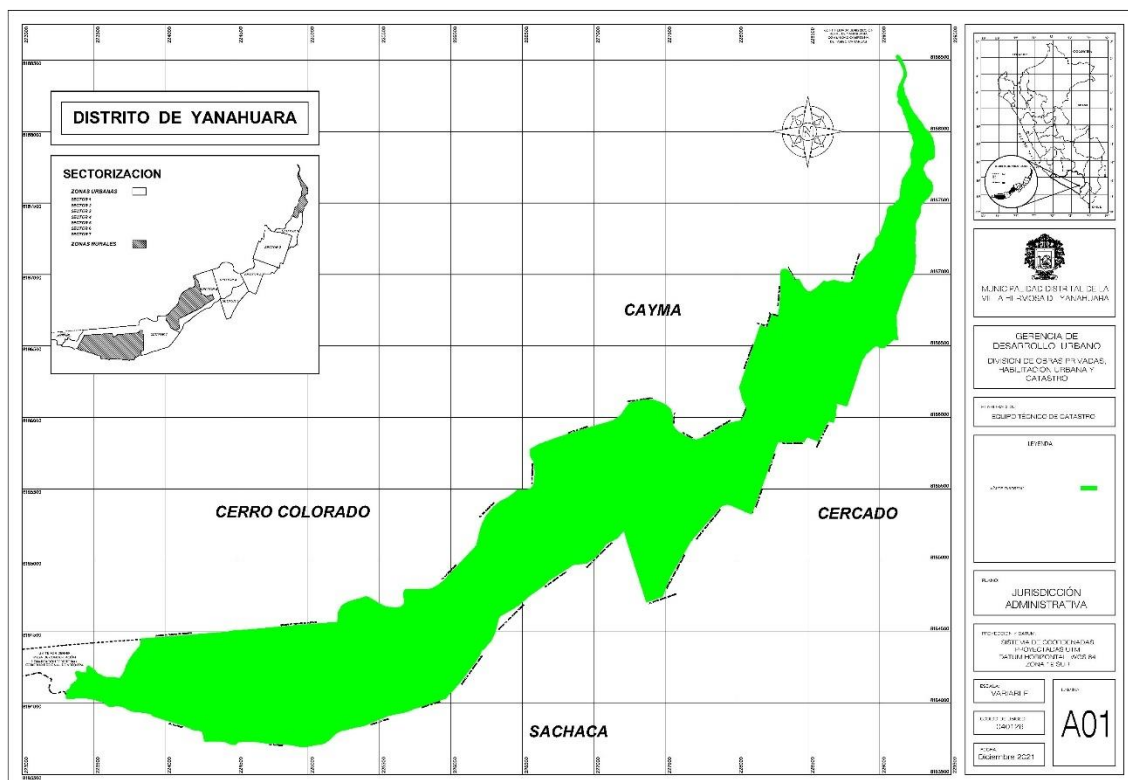


## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. RESULTADOS I – DETERMINAR SECTORES DE EVALUACIÓN

Se muestra en la figura 11, la delimitación del distrito de Yanahuara, actualizado a diciembre de 2021, muestra sectorización urbana y rural, además de distritos colindantes como Cayma, Cercado, Cerro Colorado, Sachaca.

Figura 10. Plano de Jurisdicción Administrativa de Yanahuara,



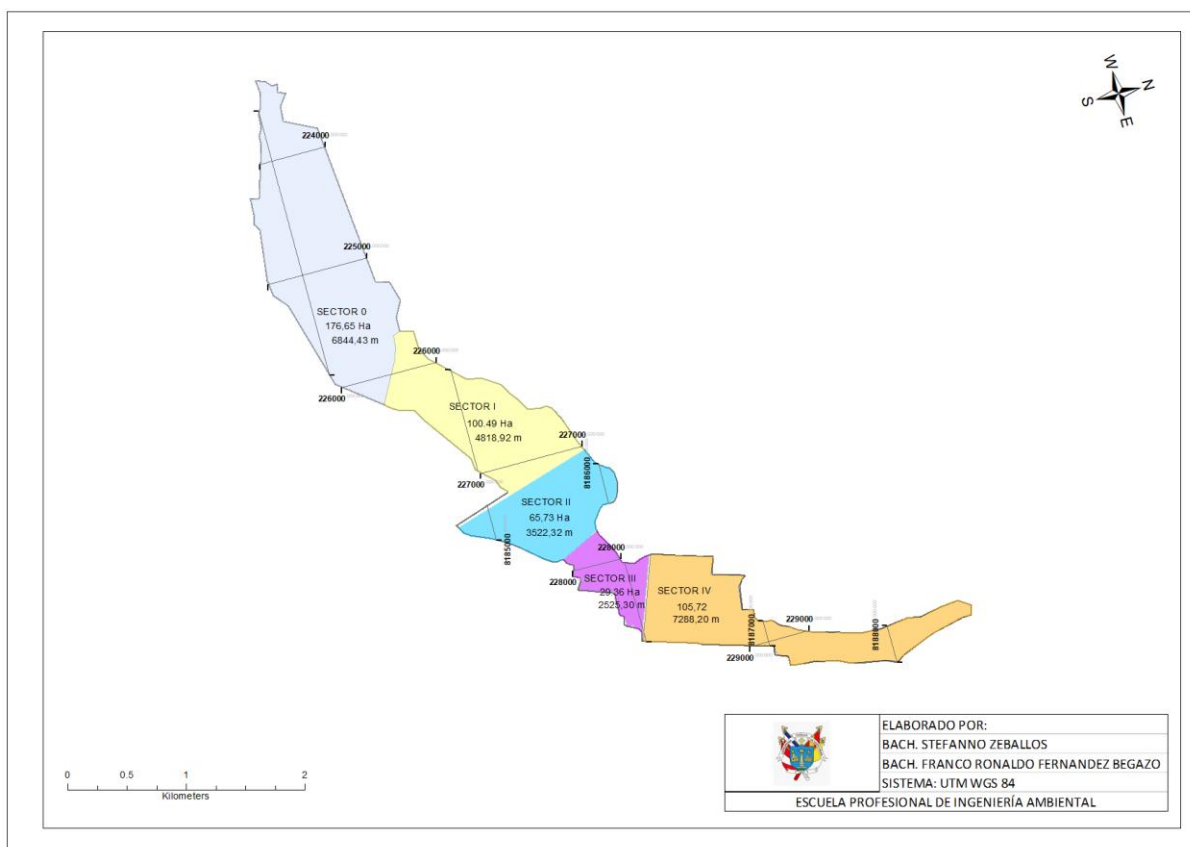
Nota: Obtenido de Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Distrital de la Villa Hermosa de Yanahuara

#### 4.1.1 DELIMITACIÓN DEL SECTORES DE EVALUACIÓN:

Dicho mapa se georreferenció con el cual se obtuvo el mapa de delimitación de sectores basados en Delimitación del distrito de Yanahuara y sectorización de zonas en software de cartografía, realizada mediante interpretación visual, considerando ejes o cruces viales o segmentos urbanos de similar característica (Jorge. M, 2017). Así también en el trabajo de

investigación de (Montesinos-Tubée, 2019), se realiza una delimitación de zonas para evaluación de diversidad florística, comunidades vegetales y propuestas de conservación.

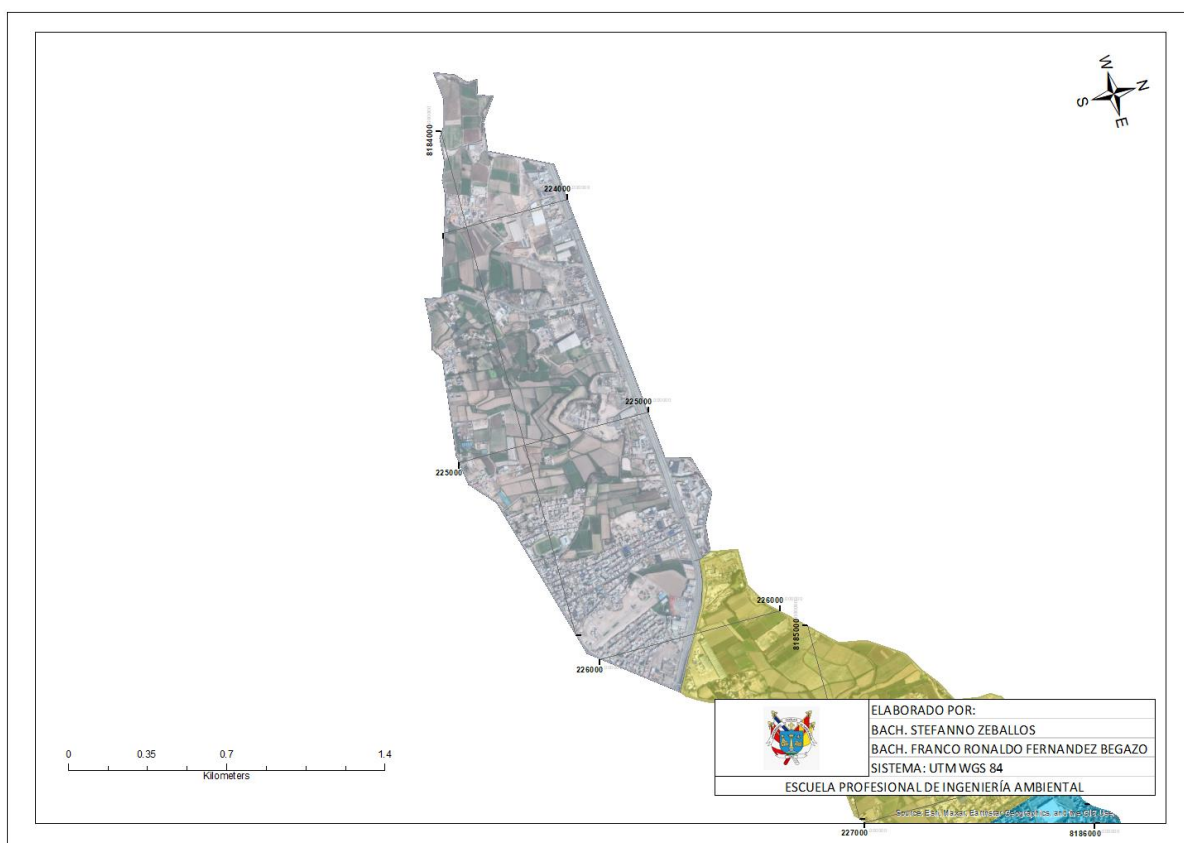
Figura 11. Mapa de delimitación de sectores



El mapa mostrado en la figura 12, muestra los sectores en general, en los que se ha dividido el distrito para la realización de la caracterización del arbolado urbano viario y de la red de parques. El Sector 0 cuenta con 176,65 Ha, 6844 metros de perímetro, El sector I cuenta con 100,49 Ha y 4818,92 metros de perímetro. El sector II cuenta con 65,73 Ha y 3522,32 metros de perímetro. El Sector III cuenta con 29,36 Ha y con 2525,30 metros de perímetro. Se muestran en las figuras 13, 14, 15, 16 y 17 los mapas de los respectivos sectores.

#### 4.1.2 DELIMITACIÓN DEL SECTOR 0

Figura 12. Delimitación Sector 0

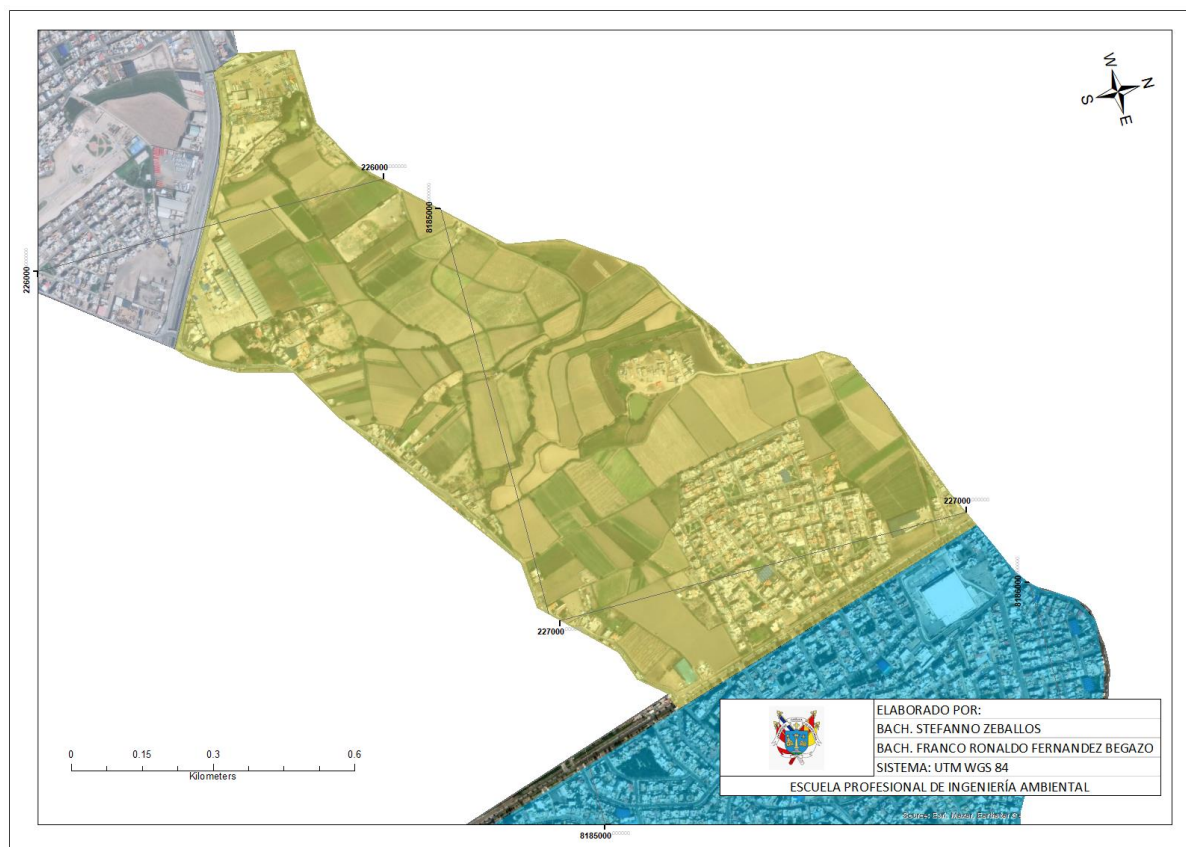


El polígono de color blanco con base satelital cubre el sector 0, se ha trabajado las avenidas, calles, parques que se encuentran dentro de esta delimitación. Se muestra el diagnóstico de identificación de especies de árboles hecho en este sector I, y así en los demás sectores.

El Sector 0 mostrado en la figura 13, comprende la Variante de Uchumayo, Pasaje Brasil, Salaverry, Los Libertadores, Puerto Maldonado, C. Divino Niño, Amazonas, Colombia España, Madre de Dios, Huancavelica, Juan Santos Atahualpa, Pje. Los Álamos.

#### 4.1.3 DELIMITACIÓN DEL SECTOR I

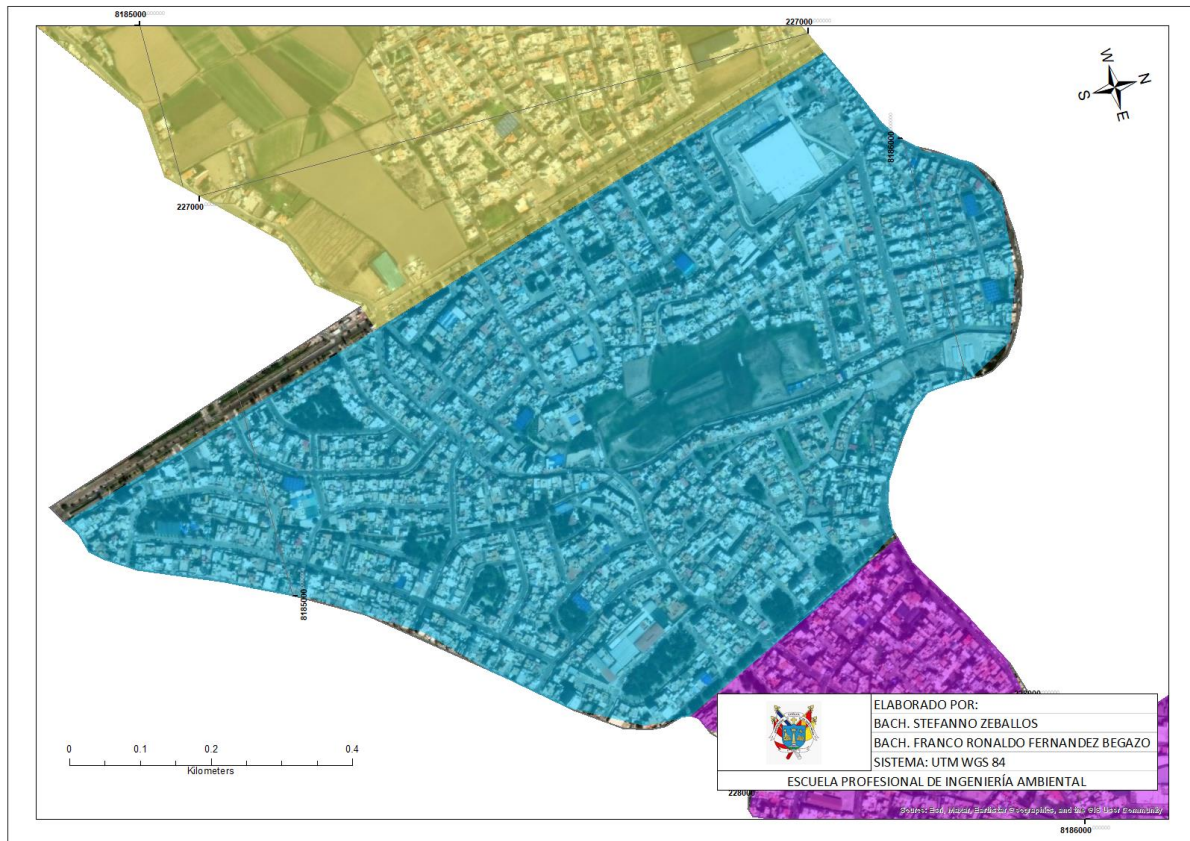
Figura 13. Delimitación Sector I



El polígono de color amarillo con base satelital cubre el sector I, se ha trabajado las avenidas, calles, parques que se encuentran dentro de esta delimitación. Se muestra el diagnóstico de identificación de especies de árboles hecho en este sector I, y así en los demás sectores.

El Sector I, mostrado en la figura 14, comprende la Vía expresa Variante de Uchumayo, Av. Metropolitana, C. C. Taboada, Lorenzo Benini, Sandro Botticelli, Av. Miguel Ángel Buonarroti Paolo Caliari, Antonio Alegri, Umberto Boccioni, Andrea Mantegna, Paolo Uccelio, Giotto Da Bondoni Fray Angélico, Leonardo Da Vinci, Eduardo Begneni, Fray Felipo Lippi, C. Felipe Tomaso Marinetti, C.p Jose Antonio de Taboada, C. Arequipa.

## 4.1.4 DELIMITACIÓN DEL SECTOR II.

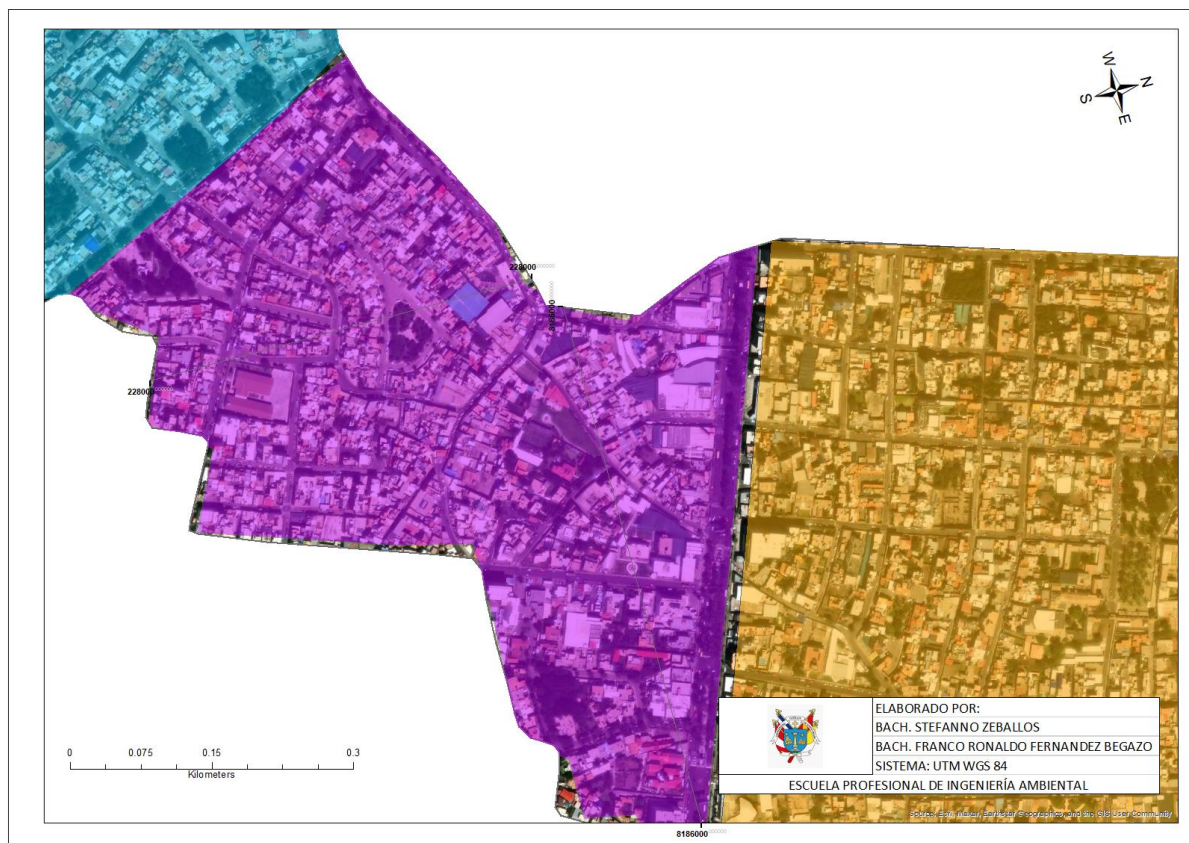
*Figura 14. Delimitación Sector II*

El polígono de color celeste con base satelital cubre el sector II, se ha trabajado las avenidas, calles, parques que se encuentran dentro de esta delimitación. Se muestra el diagnóstico de identificación de especies de árboles hecho en este sector I, y así en los demás sectores.

El sector II, mostrado en la figura 15, comprende la Urbano Victor A. Belaunde, Grande, C. los Gladiolos, Urb. Los Gladiolos, Urbano los Cedros, Urbano las Casuarinas, Urbano Entel Perú, Urb. San Agustín Sta Beatriz, Av. José Abelardo Quiñones, Av. Víctor Andrés Belaúnde, Chullo, C. Las Dalias, C. 5, Valencia, Urbano Independencia Americana, Urbano Magisterial III etapa, los Tulipanes, Los azmines, C. Víctor Andrés Belaunde, Las Violetas, Orquídeas, Los Rosales, Los Lirios, Azucenas, Urb. Juan XXIII, Arequipa, Quinta Claudia, Urb Los gladiolos, Urb. La estancia, Independencia Americana, San Rafael, Sta Patricia.

#### 4.1.5 DELIMITACIÓN DEL SECTOR III

*Figura 15. Delimitación sector III.*

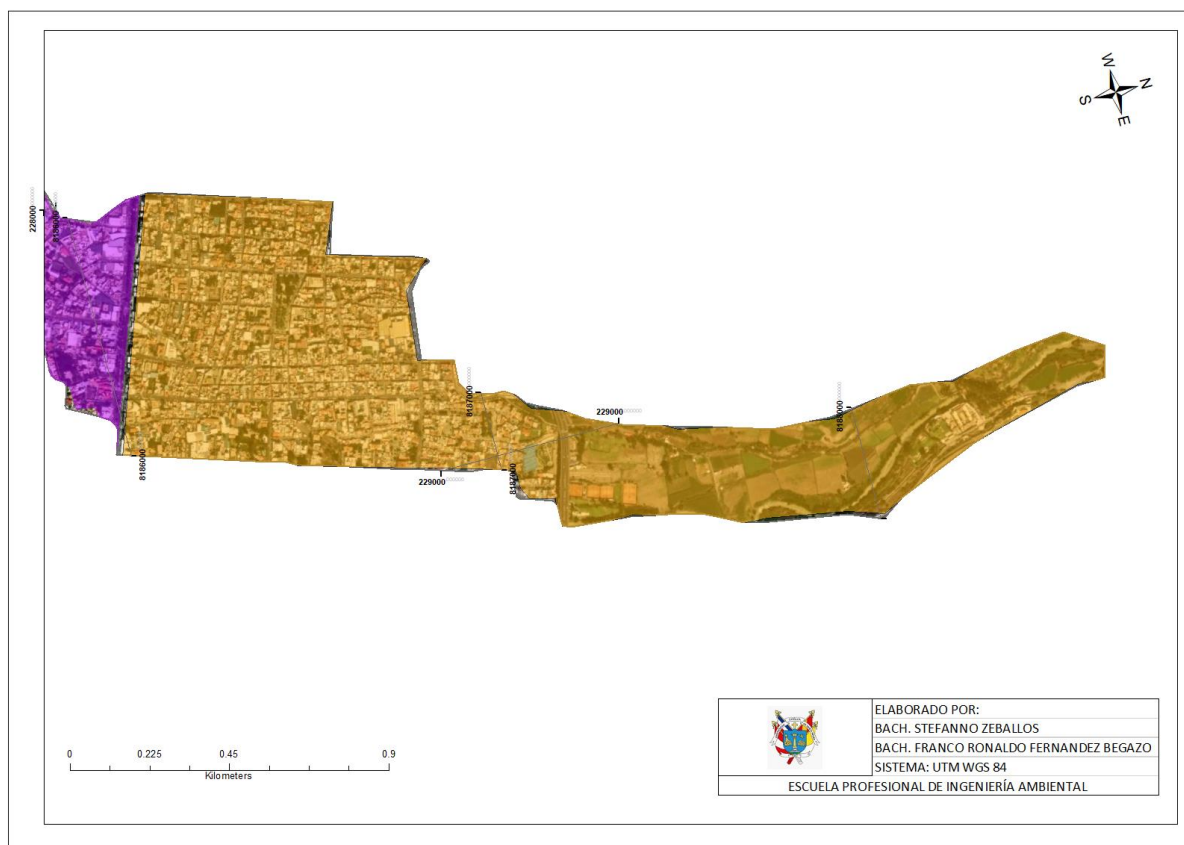


El polígono de color morado con base satelital cubre el sector III , se ha trabajado las avenidas, calles, parques que se encuentran dentro de esta delimitación. Se muestra el diagnóstico de identificación de especies de árboles hecho en este sector I, y así en los demás sectores.

El sector III, mostrado en la figura 16, comprende: Pampita Zevallos, Chullo, C-7, C-9, Belaunde , Antiquilla, Ampatacocha, Ramon Castilla, Av. Ejército, C.Zamacola, Pje. Cárdenas, Pje. La Unión, Las Lilas, Urb. Santa Cecilia, Arequipa.

#### 4.1.6 DELIMITACIÓN DEL SECTOR IV

*Figura 16. Delimitación sector IV*



El polígono de color anaranjado con base satelital cubre el sector IV, se ha trabajado las avenidas, calles, parques que se encuentran dentro de esta delimitación. Se muestra el diagnóstico de identificación de especies de árboles hecho en este sector I, y así en los demás sectores.

El sector IV., mostrado en la figura 17, comprende: León Velarde. C. Alfonso Ugarte, Chilina s/n, C. Cayma s/n, Urbanización San José, Urbanización Paisajista Chilina, ProL. Magnopata, Residencial Santa Mónica, Pasaje Chilina s/n.

En la presente investigación el distrito de Yanahuara se divide en 5 sectores de evaluación. Tres de estos sectores se encuentran en la zona media del distrito y están altamente urbanizados, denominados SECTOR 1, SECTOR 2 y SECTOR 3. Por otro lado, el SECTOR 0 y el SECTOR

4 se encuentran en la zona periférica, a ambos extremos, y son de tipo urbano-rural, con amplias zonas agrícolas abarcando territorio dentro del distrito.

A comparación de la delimitación hecha en esta investigación, Jorge A . M . Fiorentino, en su trabajo titulado “Sustentabilidad del arbolado urbano viario de la ciudad de buenos aires evaluación de la sustentabilidad ecológica del arbolado urbano viario en tres comunas de la ciudad de buenos Aires”, enfoca en tres comunas de la Ciudad de Buenos Aires, seleccionadas por su densidad de arbolado y uso del suelo. Las comunas elegidas fueron:

Comuna N° 4: Se encontró en el sudeste de la Ciudad con una superficie de 21,6 km<sup>2</sup>. Presenta un perfil urbano mixto, con características residenciales, así como áreas de servicios, equipamiento e industrias.

Comuna N° 6: Ubicada en el centro geográfico de Buenos Aires, su territorio abarca una superficie de 6,8 km<sup>2</sup>. Aunque es una de las comunas más pequeñas, se caracteriza por ser un área residencial con una alta densidad de habitantes por km<sup>2</sup>, debido a la presencia de numerosos edificios residenciales en altura.

Comuna N° 12: Situada en el noroeste de la Ciudad, con una superficie de 15,5 km<sup>2</sup>. Esta comuna se define como un sector residencial con una densidad mediana a baja, predominando las viviendas unifamiliares. Sin embargo, en los últimos años, uno de los barrios incluidos en la comuna, Villa Urquiza, ha experimentado cambios significativos en su estructura edilicia debido al boom inmobiliario.

En resumen, las dos investigaciones presentan información sobre áreas geográficas específicas y sus características urbanas. La investigación (01) se enfoca en un distrito llamado Yanahuara y describe la división del distrito en diferentes sectores, destacando las diferencias entre las zonas urbanizadas y las zonas urbanas-rurales. Por otro lado, la investigación (02) se centra en

tres comunas de la Ciudad de Buenos Aires, destacando aspectos como la densidad de arbolado, el uso del suelo y las características residenciales de cada comuna.

## 4.2 RESULTADOS II – CARACTERIZAR SECTORES DE EVALUACIÓN

### 4.2.1. Desarrollo del cuadro de características generales por cada sector según la siguiente tabla

Tabla 5. Características generales por sector

Sectores (Nro)	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Cantidad de árboles censados	Densidad (Arb/km <sup>2</sup> )
0	1.80	1028	571.11
1	0.98	511	521.43
2	0.65	1037	1595.38
3	0.28	427	1525
4	0.96	351	365.25

La tabla 5 expone los siguientes resultados:

**Densidad de Árboles:** El SECTOR II y el SECTOR III tienen la mayor densidad de árboles, con 1595,38 y 1525 árboles por km<sup>2</sup> respectivamente. Esto podría indicar que estos sectores tienen un ambiente más favorable para los árboles o han sido más intensivamente plantados o preservados.

**Cantidad Total de Árboles:** Aunque el SECTOR CERO es el más grande en términos de superficie, no es el que tiene más árboles en total. Ese título corresponde al SECTOR II, a pesar de que su superficie es mucho menor.

Relación entre Superficie y Cantidad de Árboles: El SECTOR IV, a pesar de tener una superficie similar a la del SECTOR I, tiene menos árboles. Esto puede sugerir que la relación entre superficie y cantidad de árboles no es lineal y puede estar influida por otros factores, como la calidad del suelo, el clima, la intervención humana, entre otros.

Baja Densidad de Árboles: El SECTOR CERO y el SECTOR IV tienen la menor densidad de árboles por km<sup>2</sup>. Esto puede indicar que hay más espacio disponible para plantar más árboles si se desea, o que estas áreas son menos propicias para los árboles por alguna razón.

Finalmente se procedió a realizar los conteos para las diferentes zonas existentes en Yanahuara, los conteos se pueden visualizar en ANEXOS.

Es preciso señalar que los resultados obtenidos de la tabla 5. tienen el carácter semirealista.

## C.- DETERMINACIÓN DE ÍNDICES

### C.1 Índice de Biodiversidad:

$$\text{Índice de Biodiversidad} = \frac{100 - \sum \text{valor absoluto excesos valor de referencia}}{100}$$

Tabla 6. Biodiversidad

	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Índice de Biodiversidad	0.8101	0.34	0.098	0.31	0.17

Sector 0 tiene la mayor biodiversidad con un índice de 0.8101. Esto sugiere que este sector tiene una amplia variedad de especies diferentes.

Sector 1 tiene un índice de biodiversidad de 0.34, lo que indica una diversidad moderada.

Sector 2 muestra el índice de biodiversidad más bajo de 0.098, lo que sugiere una baja diversidad de especies en este sector. Este sector puede estar dominado por una o unas pocas especies.

Sector 3 tiene un índice de biodiversidad de 0.31, similar al del Sector 1, indicando una diversidad moderada.

Sector 4 tiene un índice de biodiversidad de 0.17, lo que indica una diversidad relativamente baja.

Los sectores con baja biodiversidad pueden beneficiarse de la introducción de nuevas especies, mientras que los sectores con alta biodiversidad pueden requerir medidas para proteger y mantener su diversidad existente.

El Índice de Biodiversidad es una medida utilizada para cuantificar la diversidad de especies en un determinado hábitat. Los valores pueden variar de 0 a 1, donde 0 indica que no hay biodiversidad (es decir, todas las especies son iguales) y 1 indica la máxima biodiversidad (es decir, todas las especies son diferentes).

Así mismo señalar que los resultados obtenidos de la tabla 6. tienen el carácter semirealista.

### C.2 Índice de Cobertura

Índice de cobertura = Cobertura efectiva determinada / Cobertura establecida

Tabla 7. índice de cobertura

	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
<b>Cobertura efectiva determinada</b>	23.97%	24.63%	29.57%	5.82%	21.12%
<b>Cobertura establecida</b>	40%	45%	40%	40%	45%
<b>Índice de cobertura</b>	0.75	0.55	0.74	0.15	0.46

La tabla 7 expone los siguientes resultados:

Sector 0: La cobertura efectiva es del 23.97%, que es menor que la cobertura establecida del 40%. El índice de cobertura de 0.75 sugiere que se ha logrado aproximadamente el 75% de la cobertura deseada.

Sector 1: Al igual que en el sector 0, la cobertura efectiva es menor que la cobertura establecida. Sin embargo, el índice de cobertura es de solo 0.55, lo que sugiere que solo se ha alcanzado aproximadamente el 55% de la cobertura objetivo.

Sector 2: Este sector tiene la cobertura efectiva más alta, pero, aun así, es menor que la cobertura establecida. El índice de cobertura de 0.74 indica que se ha logrado cerca del 74% de la cobertura deseada.

Sector 3: Este sector tiene la cobertura efectiva más baja y también el índice de cobertura más bajo de 0.15. Esto sugiere que solo se ha alcanzado el 15% de la cobertura deseada, lo que indica una brecha significativa.

Sector 4: La cobertura efectiva es del 21.12%, que es mucho menor que la cobertura establecida del 45%. Con un índice de cobertura de 0.46, este sector ha logrado aproximadamente el 46% de la cobertura objetivo.

Los resultados obtenidos en la tabla 7. son de carácter semirealista.

En general, estos datos sugieren que hay una brecha entre la cobertura de árboles actual y los objetivos establecidos en cada sector. Esto podría indicar la necesidad de esfuerzos adicionales de plantación o conservación para alcanzar los objetivos de cobertura.

Comparando datos del trabajo de investigación de Valeria S, Graciela M, & Katherine B. “Confort térmico producido por la vegetación arbórea en el macrocentro de Bahía Blanca (Argentina) en el macrocentro de la localidad de Bahía Blanca”, donde se evaluó el impacto de

la vegetación arbórea en el confort térmico. Se realizaron mediciones de temperatura y humedad en diferentes árboles durante el verano, y se encontró que todos los árboles seleccionados contribuyeron a mejorar el confort térmico. Se destacaron especies como *Platanus acerifolia* y *Parasenegalia visco* por su mayor efecto en la disminución de la temperatura del aire bajo sus copas. Además, se identificaron problemas relacionados con el arbolado viario y se propusieron soluciones para mejorarlo.

En cambio, esta investigación proporciona información sobre la cobertura vegetal en diferentes sectores (0, 1, 2, 3 y 4). Se muestra que, en todos los sectores, la cobertura efectiva de árboles es menor que la cobertura establecida como objetivo. Se utilizan índices de cobertura para cuantificar el grado de logro en cada sector, y se indica que hay una brecha entre la cobertura actual y los objetivos establecidos.

Ambas partes destacan la importancia de los árboles urbanos en la regulación térmica y la necesidad de aumentar la cobertura arbórea para mejorar el confort térmico en las áreas urbanas. Además, este presente trabajo proporciona datos específicos sobre la brecha existente entre la cobertura actual y los objetivos establecidos en cada sector, lo cual es relevante para la planificación y gestión del arbolado urbano.

### C.3. Índice de Composición etaria

$$\text{Índice de composición etaria} = \frac{100 - \text{Suma de valores absolutos de diferencias clases diametrales}}{100}$$

Tabla 8. Índice de Composición Etaria I

	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
$\Sigma$ valor absoluto diferencias	65.48	61.72%	77.80%	67.7	70.57
Índice de Composición Etaria	0.35	0.38	0.22	0.32	0.29

Sector 0: Este sector muestra una variabilidad relativamente alta con un  $\sum$  valor absoluto diferencias de 65.48. Su Índice de Composición Etaria es de 0.35, lo que podría indicar una diversidad de edades moderada.

Sector 1: Este sector tiene una variabilidad moderada ( $\sum$  valor absoluto diferencias = 61.72) y un Índice de Composición Etaria ligeramente más alto (0.38), sugiriendo una mayor diversidad de edades en comparación con el sector 0.

Sector 2: Este sector muestra la mayor variabilidad con un  $\sum$  valor absoluto diferencias de 77.80. Sin embargo, su Índice de Composición Etaria es el más bajo de todos los sectores (0.22), lo que podría sugerir una menor diversidad de edades.

Sector 3: Este sector tiene una variabilidad moderada-alta y un Índice de Composición Etaria de 0.32, lo que podría indicar una diversidad de edades moderada.

Sector 4: Este sector tiene una variabilidad relativamente alta y un Índice de Composición Etaria de 0.29, lo que podría indicar una diversidad de edades moderada-baja.

En general, parece que hay una cierta variabilidad tanto en la distribución de las edades como en otras características (posiblemente relacionadas con la salud o el tamaño de los árboles) dentro de cada sector. La diversidad de edades podría ser importante para la resiliencia del ecosistema, ya que diferentes edades pueden responder de manera diferente a los factores de estrés ambiental. Los sectores con una mayor diversidad de edades pueden ser más resilientes a largo plazo.

Los resultados obtenidos en la tabla 8. Poseen carácter semirealista.

#### C.4 Índice de Estado Sanitario

Tabla 9. Estado Sanitario II

	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
<b>Sin ninguna afección</b>	58.2%	57.6%	35.65%	38.19%	54.68%
<b>Valor Índice de Estado Sanitario</b>	0.582	0.576	0.356	0.382	0.55

Los resultados de la tabla 9 se explican de la siguiente forma:

La tabla proporciona los porcentajes de organismos sin ninguna afección y el valor del Índice de Estado Sanitario (IES) en cinco sectores diferentes (0, 1, 2, 3 y 4).

El Índice de Estado Sanitario (IES) es una medida que refleja la salud general de una población en un área determinada. Se calcula como el porcentaje de organismos sin ninguna afección dividido por 100.

Las conclusiones que se pueden sacar de la tabla son:

Los valores del IES coinciden exactamente con los porcentajes de organismos sin ninguna afección para cada sector, lo cual tiene sentido ya que el IES se calcula a partir de este porcentaje.

Los sectores 0 y 1 tienen los valores más altos de IES (0.582 y 0.576, respectivamente), lo que indica que estos sectores tienen la población más saludable en términos de ausencia de afecciones.

Por otro lado, los sectores 2 y 3 tienen los valores más bajos de IES (0.356 y 0.382, respectivamente), lo que indica que estos sectores tienen una menor proporción de organismos sin afecciones y por tanto una salud general más baja.

El sector 4 tiene un IES de 0.546, lo que indica una salud general moderada en comparación con los otros sectores.

Estos datos podrían usarse para informar decisiones sobre dónde enfocar los esfuerzos de conservación o mejora de la salud del ecosistema, por ejemplo.

Los resultados obtenidos en la tabla 9. Son de naturaleza semirealista.

### C.5 Índice de Adaptabilidad

*Tabla 10. Índice de Adaptabilidad*

	<b>Sector 0</b>	<b>Sector 1</b>	<b>Sector 2</b>	<b>Sector 3</b>	<b>Sector 4</b>
<b>Valor Índice de Adaptabilidad al medio</b>	0.5482	0.4919	0.69574	0.5379	0.4446

Los resultados de la tabla 10 se explican de la siguiente forma

Esta tabla proporciona el Valor Índice de Adaptabilidad al Medio para diferentes sectores (Sector 0 a Sector 4).

El Valor Índice de Adaptabilidad al Medio parece ser una medida de cuán bien las especies de plantas o árboles se adaptan a un sector específico. Las conclusiones que puedes extraer de esta tabla son:

El Sector 2 tiene el valor de índice de adaptabilidad al medio más alto (0.6573). Esto sugiere que las especies en este sector, en promedio, se adaptan mejor a las condiciones de este sector en comparación con los otros sectores.

El Sector 4 tiene el valor más bajo (0.4446), lo que indica que las especies en este sector tienen una capacidad de adaptación menor en comparación con los otros sectores.

Los Sectores 0, 1 y 2 tienen valores intermedios de índice de adaptabilidad al medio, indicando un grado moderado de adaptabilidad.

Los resultados obtenidos en la tabla 10, poseen carácter semirealista.

### C.6 Índice de Pertinencia

Tabla 11. Índice de Pertinencia

	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Valor Índice de Pertinencia	0.5899	1.0215	0.7974	0.2767	0.6666

Los resultados de la tabla 1 se explican de la siguiente forma:

Esta tabla proporciona el Valor Índice de Pertinencia para diferentes sectores (Sector 0 a Sector 4).

El Valor Índice de Pertinencia puede ser una medida de qué tan relevante o apropiada es una especie de planta o árbol para un sector específico. Podría tener en cuenta varios factores, como

la adaptabilidad de la especie al clima y el suelo de ese sector, su resistencia a enfermedades y plagas locales, su contribución al ecosistema local, entre otros.

Las conclusiones que puedes extraer de esta tabla son:

El Sector 1 tiene el valor más alto de índice de pertinencia (1.0215). Esto sugiere que las especies en este sector son altamente pertinentes o adecuadas para las condiciones de este sector, probablemente superando a las de los otros sectores en términos de factores como adaptabilidad, resistencia a enfermedades y plagas, y contribución al ecosistema.

El Sector 3 tiene el valor más bajo de índice de pertinencia (0.2767), lo que indica que las especies en este sector pueden ser menos pertinentes o adecuadas para las condiciones de este sector en comparación con los otros sectores.

Los Sectores 0, 2 y 4 tienen valores intermedios de índice de pertinencia, indicando un grado moderado de pertinencia.

Los resultados obtenidos en la tabla 11, poseen carácter semirealista.

### C.7. Índice de Criticidad

$$\text{Índice de Criticidad} = \frac{100 - \text{Valor absoluto ejemplares críticos evaluados}}{100}$$

Tabla 12. Índice de Criticidad

	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Valor Índice de Criticidad	0.82	0.71	0.66	0.97	0.92

Los resultados de la tabla 12 se explican a continuación

La tabla proporciona valores del Índice de Criticidad para cinco sectores diferentes (Sector 0 a Sector 4). El Índice de Criticidad puede referirse a una medida de la importancia o la urgencia de la atención requerida en un sector específico. Sin embargo, el significado exacto del Índice de Criticidad podría variar dependiendo del contexto.

Aquí están las posibles conclusiones que puedes extraer de esta tabla:

Prioridad de atención: Si un valor más alto del Índice de Criticidad indica una mayor necesidad de atención o acción, entonces los Sectores 3 y 4, que tienen los valores más altos (0.97 y 0.92 respectivamente), deben ser atendidos con prioridad.

Menos necesidad de atención: Por el contrario, los Sectores 0, 1 y 2, que tienen los valores más bajos (0.82, 0.71 y 0.66 respectivamente), pueden requerir menos atención inmediata comparativamente.

Evaluación de la criticidad general: En términos generales, todos los sectores muestran valores relativamente altos de Índice de Criticidad (todos superiores a 0.5 en una escala de 0 a 1), lo que podría sugerir que todos los sectores son de alguna manera críticos y requieren atención.

Los resultados obtenidos en la tabla 12 tienen carácter semirealista.

### G. Cálculo el Índice de Sustentabilidad

Tabla 13. Resumen de índices en General por Sector

Índice	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
<b>Biodiversidad</b>	0.8101	0.34	0.098	0.31	0.17
<b>Cobertura</b>	0.75	0.55	0.74	0.15	0.46
<b>Composición Etaria</b>	0.35	0.38	0.22	0.32	0.29
<b>Estado Sanitario</b>	0.582	0.576	0.356	0.382	0.55
<b>Adaptabilidad al medio</b>	0.5482	0.4919	0.59574	0.5379	0.4446
<b>Pertinencia</b>	0.5899	1.0215	0.7974	0.2767	0.6666
<b>Criticidad</b>	0.82	0.71	0.66	0.97	0.92

<b>Factor de ocupación</b>	0.22	0.5	0.33	0.50	0.47
<b>Índice de sustentabilidad</b>	4.6702	4.5694	3.79714	3.4466	3.9712

Los resultados obtenidos en la tabla 13 tienen naturaleza semirealista, los mismos que se construyeron con los 8 criterios, en los cuales se obtuvieron resultados semirealistas.

❖ **ANÁLISIS FINAL:**

**Biodiversidad**

El Sector 0 tiene la mayor biodiversidad, mientras que el Sector 2 tiene la menor. Esto sugiere que hay una amplia variedad de especies en el Sector 0 en comparación con el Sector 2, lo que podría indicar un enfoque más diverso en la selección de especies vegetales en el Sector 0.

**Cobertura:**

En comparación con la investigación de Mariana Birche, donde se analiza la distribución del arbolado en La Plata, Argentina, los Sectores 0 y 2 tienen una alta cobertura, similar a las áreas en el estudio de Birche con más de diez árboles cada 100 metros. Sin embargo, el Sector 3 en este estudio muestra una cobertura muy baja, posiblemente relacionada con las características locales de ese sector urbano.

**Composición Etaria:**

Los valores más altos de la métrica de Composición Etaria en los Sectores 0 y 1 en esta investigación podrían indicar una mayor diversidad de edades entre las plantas en esos sectores. Comparando con González Johnny, et al, 2023 que se enfocó en el desarrollo de una aplicación web para la gestión de árboles urbanos, esta métrica podría tener implicaciones para la salud y longevidad de los árboles en esos sectores.

**Estado Sanitario:**

La similitud en los valores de Estado Sanitario entre los Sectores 0 y 1 sugiere que las plantas en estos sectores están en mejores condiciones de salud en comparación con los otros sectores. Esto puede estar relacionado con prácticas de mantenimiento más efectivas o selección de especies más resistentes.

**Adaptabilidad al Medio:**

El Sector 2 muestra el mayor índice de Adaptabilidad al Medio, indicando una mejor adaptación de las plantas a las condiciones ambientales. Esto podría estar relacionado con la elección de especies más adecuadas para ese entorno específico.

**Pertinencia:**

El alto índice de Pertinencia en el Sector 1 podría indicar que las plantas en este sector son particularmente adecuadas para su entorno. Comparando con la investigación de Gonzáles Johnny, et al, donde se desarrolló una aplicación web para la consulta de información técnica de árboles urbanos, esta métrica podría estar relacionada con la selección inteligente de especies.

**Criticidad:**

El valor más alto de Criticidad en el Sector 3 sugiere una mayor necesidad de intervención o manejo en este sector. Esto podría ser relevante para la gestión de áreas verdes y la toma de decisiones en términos de planificación y mantenimiento.

**Índice de Sustentabilidad:**

Comparando con la investigación de Mariana Birche sobre la distribución del arbolado en La Plata, donde se analiza la cantidad de árboles por 100 metros, los resultados de esta

investigación pueden indicar que el Sector 1 tiene una alta sostenibilidad en términos de manejo y conservación a largo plazo, mientras que el Sector 3 enfrenta desafíos en términos de sostenibilidad, lo que puede tener implicaciones en la planificación futura.

Finalmente, el Índice de Sustentabilidad sugiere que, mientras el Sector 1 podría estar manejándose bien para la conservación a largo plazo, el Sector 3 presenta desafíos significativos en sostenibilidad. Estos hallazgos, aunque semirealistas, proporcionan una base esencial para la toma de decisiones informadas y la planificación estratégica en la gestión del arbolado urbano y las áreas verdes, apoyando un desarrollo urbano más sostenible y saludable.

En la tesis de Amilcar, se concluye que los bajos índices en la Comuna 12 podrían reflejar desafíos similares a los del Sector 3, donde se identifican problemas de sostenibilidad. Mientras que las acciones sugeridas para la Comuna 12, tales como podrían ayudar a mejorar estos aspectos de sostenibilidad, similar a como evitar evitar la ocupación de las planteras vacantes mediante la inmediata reposición de la especie correspondiente al sitio de plantación y/o erradicar herbáceas, arbustos y árboles jóvenes no adecuados, efectuando su inmediato reemplazo. Incorporar nuevos ejemplares para equilibrar la composición etaria, muy desequilibrada en la primera categoría de árboles, Efectuar las correcciones necesarias al sistema de mantenimiento para mejorar el estado sanitario del arbolado.

Ambas situaciones enfatizan la importancia de la gestión estratégica del arbolado urbano para el desarrollo sostenible y la calidad de vida en las ciudades. Los hallazgos de ambas investigaciones apoyan la idea de que una planificación informada y estratégica es crucial para la conservación y el manejo a largo plazo del arbolado urbano.

#### 4.3 RESULTADOS III - PROPUESTAS DE MEJORA EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS:

##### 4.3.1 PROPUESTAS DE PLAN DE TRABAJO PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y GENERACIÓN DE BASE DE DATOS GEOGRÁFICA PARA GENERACION DE INVENTARIO DIGITAL ACTUALIZADO PARA EL DISTRITO DE YANAHUARA.

Objetivo: Crear un inventario actualizado y cartografiado del arbolado urbano y espacios verdes en el distrito de Yanahuara para su mejor gestión y conservación.

#### **Etapa 1: Preparación y Planificación**

- ❖ Definición del alcance del inventario: Establecer los elementos que se incluirán en el inventario, como árboles, parques, áreas verdes públicas, etc.
- ❖ Identificación de recursos necesarios: Asignar personal, equipos de campo, tecnología de mapeo (GPS, tabletas, etc.) y recursos financieros necesarios para la ejecución del proyecto.
- ❖ Obtención de permisos: Gestionar los permisos necesarios para acceder a áreas públicas y privadas, garantizando el cumplimiento de regulaciones locales.

#### **Etapa 2: Levantamiento de Información en Campo**

- ❖ Mapeo de ubicación de árboles y espacios verdes: Recorrer el distrito de Yanahuara para registrar la ubicación de los árboles y espacios verdes utilizando tecnología de mapeo GPS.
- ❖ Registro de atributos: Tomar datos relevantes de cada árbol y espacio verde, como especie, altura, diámetro del tronco, estado de salud, etc.
- ❖ Fotografías: Capturar imágenes de cada árbol y espacio verde para documentar su apariencia y estado actual.

- ❖ Verificación de datos: Realizar controles de calidad para asegurar la precisión de la información recolectada.

### **Etapa 3: Procesamiento de Datos**

- ❖ Creación de Base de Datos Geográfica: Integrar los datos recolectados en una base de datos geográfica utilizando software de SIG (Sistemas de Información Geográfica).
- ❖ Georreferenciación de fotografías: Vincular las fotografías capturadas a sus respectivas ubicaciones en la base de datos.
- ❖ Análisis de datos: Realizar análisis estadísticos y espaciales para obtener información relevante sobre la biodiversidad, densidad y distribución del arbolado urbano y espacios verdes.

### **Etapa 4: Generación de Cartografía**

- ❖ Creación de mapas temáticos: Generar mapas temáticos que muestren la distribución de árboles y espacios verdes por especie, estado de salud, densidad, entre otros.
- ❖ Diseño de leyendas y símbolos: Definir leyendas y símbolos que faciliten la interpretación de la información cartográfica.

### **Etapa 5: Informe Final**

- ❖ Redacción del informe: Documentar los resultados obtenidos, describir la metodología utilizada y presentar las conclusiones y recomendaciones.
- ❖ Presentación de resultados: Comunicar los hallazgos del inventario a las autoridades municipales y a la comunidad en general.
- ❖ Entrega de la base de datos y cartografía: Proporcionar la base de datos geográfica y los mapas generados a la municipalidad para su uso y actualización continua.

*Tabla 14. Cronograma del plan de levantamiento de información y de generación de base de datos geográfica*

SEMANA	ACTIVIDADES
SEMANA 1-2	<b>Etapa 1: Preparación y Planificación</b> - Definición del alcance del inventario - Identificación de recursos necesarios - Obtención de permisos
SEMANA 3-7	<b>Etapa 2: Levantamiento de Información en Campo</b> - Mapeo de ubicación de árboles y espacios verdes - Registro de atributos - Fotografías - Verificación de datos
SEMANA 8-10	<b>Etapa 3: Procesamiento de Datos</b> - Creación de Base de Datos Geográfica - Georreferenciación de fotografías
SEMANA 11-14	<b>Etapa 3: Procesamiento de Datos (Continuación)</b> - Análisis de datos
SEMANA 15-16	<b>Etapa 4: Generación de Cartografía</b> - Creación de mapas temáticos - Diseño de leyendas y símbolos
SEMANA 17-18	<b>Etapa 5: Informe Final</b> - Redacción del informe
SEMANA 19	<b>Etapa 5: Informe Final (Continuación)</b> - Presentación de resultados
SEMANA 20	<b>Etapa 5: Informe Final (Conclusión)</b> - Entrega de la base de datos y cartografía

**REQUERIMIENTOS:**

**Recursos Humanos:**

Especialistas en botánica/arboricultura: 2 personas (para el levantamiento de información en campo y la identificación de especies).

Equipos de campo (personal de apoyo): 4 personas (para mapeo, toma de datos y fotografías).

Personal de procesamiento de datos: 2 personas (para la creación de la base de datos geográfica, georreferenciación y análisis de datos).

Técnico SIG (Sistemas de Información Geográfica): 1 persona (para la generación de cartografía y diseño de mapas temáticos).

Coordinador de proyecto: 1 persona (para la planificación, gestión y presentación de resultados).

#### **Recursos Generales:**

Tecnología de mapeo (GPS, tabletas, cámaras, etc.): Costo de adquisición o alquiler.

Material de campo (libretas, bolígrafos, cintas métricas, etc.): Costo estimado.

Software SIG y herramientas de procesamiento de datos: Costo de licencias o suscripciones.

#### **Costo Aproximado:**

El costo total del proyecto puede variar según la ubicación, disponibilidad de recursos y el nivel de experiencia del personal. A continuación, se presenta una estimación aproximada del costo para el proyecto de 20 semanas, basado en los recursos humanos y generales mencionados:

#### **Costo de Personal (20 semanas):**

Especialistas en botánica/arboricultura (2 personas): X unidades monetarias (UM) por semana/persona

Equipos de campo (4 personas): Y UM por semana/persona

Personal de procesamiento de datos (2 personas): Z UM por semana/persona

Técnico SIG (1 persona): W UM por semana/persona

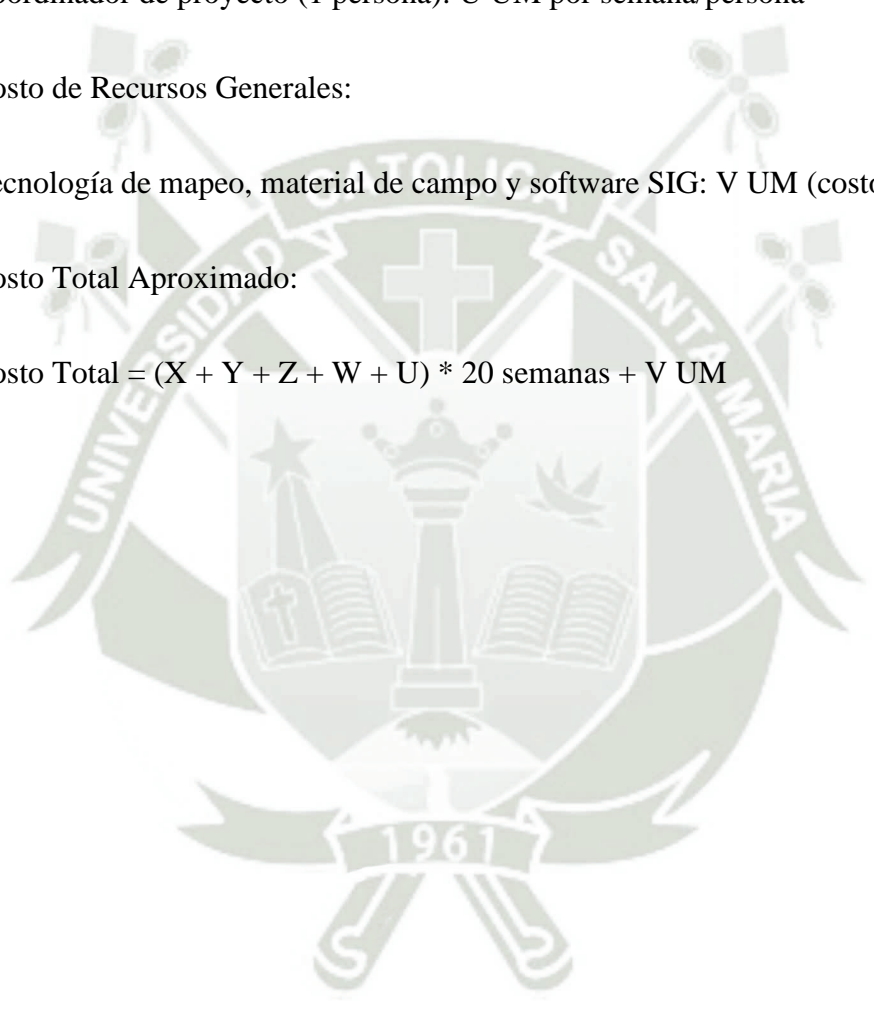
Coordinador de proyecto (1 persona): U UM por semana/persona

Costo de Recursos Generales:

Tecnología de mapeo, material de campo y software SIG: V UM (costo estimado).

Costo Total Aproximado:

Costo Total =  $(X + Y + Z + W + U) * 20$  semanas + V UM



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN PRIMERA: Sectorización Geográfica de Yanahuara:

La delimitación simplificada de sectores geográficos dentro del distrito de Yanahuara permitió una evaluación más organizada del espacio urbano y natural para los fines de la presente investigación, Cabe indicar que la sectorización realizada en esta investigación facilitó la identificación de áreas prioritarias para intervenciones.

CONCLUSIÓN SEGUNDA:

El diagnóstico general reveló la cantidad, composición actual, el estado de salud y otros factores del arbolado viario y parques en Yanahuara. Se identificaron las especies predominantes, las zonas con deficiencias en cobertura arbórea y las áreas con potencial para desarrollo. Esta información es crucial para la planificación de mejoras y la conservación de la biodiversidad local, teniendo en cuenta que para toma de decisiones los datos tienen que ser al cien por ciento realistas, es decir, de momento es útil la información para efectuar mayores análisis o supuestos de gestión, inclusive para creación o adopción de bases de datos crudas, sin embargo, no son aún definitivos para ejecutar decisiones municipales. Así, los resultados con dicho carácter semirealista, se presentan a continuación por factor desarrollado.

#### **Diversificación de Especies (Biodiversidad):**

Propuesta: Fomentar la introducción de una variedad más amplia de especies en el arbolado urbano y parques, especialmente en el Sector 2 con menor biodiversidad.

Acciones: Realizar un estudio de selección de especies adecuadas para cada sector, considerando su adaptabilidad al clima local y las condiciones del suelo. Implementar programas de plantación que prioricen especies nativas y resistentes a enfermedades.

#### **Incremento de Cobertura Vegetal:**

Propuesta: Aumentar la cobertura de vegetación en el Sector 3 para equilibrar su baja cobertura.

Acciones: Realizar programas de reforestación y ajardinamiento en el Sector 3, identificando espacios vacíos o subutilizados para la plantación de árboles y plantas de cobertura baja. Considerar la participación de la comunidad en estas actividades.

#### **Promoción de Diversidad de Edades (Composición Etaria):**

Propuesta: Establecer estrategias para promover una diversidad de edades en las plantas de cada sector.

Acciones: Implementar planes de renovación y replantación en los sectores con menor diversidad de edades. Realizar podas y reemplazos selectivos para mantener un equilibrio en la composición etaria y evitar concentraciones de árboles de una sola generación.

#### **Mejora del Estado Sanitario:**

Propuesta: Mantener y mejorar el estado sanitario de las plantas en los sectores con menor índice de salud.

Acciones: Realizar inspecciones regulares para detectar y tratar problemas de enfermedades y plagas. Implementar prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades para asegurar un estado de salud óptimo en el arbolado urbano.

#### **Promoción de Especies Adaptadas (Adaptabilidad al Medio):**

Propuesta: Fomentar la plantación de especies adaptadas al medio ambiente local en todos los sectores.

Acciones: Realizar investigaciones sobre especies nativas y resistentes al clima local. Priorizar estas especies en programas de plantación y renovación. Proporcionar información y asesoramiento a la comunidad para seleccionar las especies adecuadas en sus áreas.

#### **Manejo y Conservación Según la Pertinencia:**

Propuesta: Potenciar la gestión y conservación de las áreas con mayor índice de pertinencia.

Acciones: Realizar estudios detallados sobre las especies y elementos presentes en el Sector 1 para comprender su importancia y funcionalidad. Implementar prácticas de manejo específicas que promuevan y protejan estas áreas particulares.

#### **Intervención en Sectores Críticos (Criticidad):**

Propuesta: Realizar intervenciones en el Sector 3, identificado como el más crítico.

Acciones: Evaluar las condiciones en el Sector 3 para identificar las causas de su alta criticidad. Implementar medidas como reforestación, mejoramiento del suelo, riego adecuado y manejo intensivo para restaurar y revitalizar esta área.

### **Optimización del Factor de Ocupación:**

Propuesta: Equilibrar el factor de ocupación en los sectores con mayor proporción de sitios ocupados.

Acciones: Evaluar si es posible redistribuir las plantaciones en los Sectores 1 y 3 para asegurar un equilibrio en la densidad de plantas. Considerar la remoción de individuos enfermos o deteriorados para permitir la introducción de nuevas plantas.

### **CONCLUSIÓN TERCERA:**

El índice de sustentabilidad ecológica, calculado a partir de datos semirealistas de biodiversidad, cobertura vegetal, composición etaria, estado sanitario y otros factores, proporcionó una visión integral de la salud ecológica del distrito, sin embargo, el sector 3 presentó mayores problemas de conservación.

Propuesta: Desarrollar estrategias de manejo sostenible en todos los sectores, con un enfoque especial en el Sector 3.

Acciones: Implementar programas de educación ambiental para la comunidad local sobre la importancia del arbolado urbano y las áreas verdes. Promover prácticas de manejo sostenible, riego eficiente y cuidado de la vegetación. Establecer un plan de mantenimiento y seguimiento a largo plazo para cada sector, con énfasis en el Sector 3 para abordar sus desafíos de sostenibilidad.

#### CONCLUSIÓN CUARTA:

EL plan de trabajo propuesto para la creación de un inventario digital actualizado de arbolado urbano y espacios verdes en el distrito de Yanahuara se articula en cinco etapas clave: Preparación y Planificación, Levantamiento de Información en Campo, Procesamiento de Datos, Generación de Cartografía e Informe Final. Está diseñado para integrar aspectos botánicos, tecnológicos y administrativos, con un énfasis en la recolección y análisis detallado de datos geográficos y la generación de cartografía temática para una gestión efectiva.

La implementación del plan requiere especialistas en botánica, equipos de campo, personal de procesamiento de datos, técnico SIG y un coordinador de proyecto, apoyados por tecnología de mapeo y software SIG. La estructuración temporal muestra una secuencia lógica y metódica, con actividades asignadas a periodos de semanas específicos a lo largo de 20 semanas.

#### 6.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda promover proyectos de actualización tecnológica y de datos debido a la necesidad de tener información actualizada del estado de las áreas verdes y la calidad del aire, lo cual es esencial para una gestión efectiva y proactiva, en cualquier municipio.

Se recomienda que los municipios realicen capacitación y concienciación sobre el peligro de los Residuos Plásticos Agrícolas para con el medio ambiente: dado que el personal capacitado

y una comunidad informada son cruciales para el mantenimiento sostenible y la valoración de las áreas verdes urbanas.

Se recomienda involucra más activamente a la ciudadanía: considerando que la implicación de los residentes puede ampliar significativamente el alcance y el impacto de las iniciativas de conservación y mantenimiento.

Se recomienda mayor contacto o articulación entre los municipios y las entidades de Planificación y Diseño Urbano: debido a que la incorporación de la sostenibilidad en la planificación y diseño urbano puede mejorar significativamente la calidad de vida urbana y la resiliencia ecológica.

Se recomienda involucrar a otros sectores como organizaciones sin fines de lucro, para abordar el problema de los residuos plásticos agrícolas considerando que los desafíos de sostenibilidad son complejos y requieren la innovación y recursos que pueden provenir de colaboraciones entre diferentes sectores de la sociedad.

Así mismo es importante que se puedan adoptar medidas con apoyo del gobierno peruano según modelos de financiamiento sostenible para proyectos que busquen combatir la mala gestión no solo de los residuos comunes sino de los residuos plásticos provenientes de la agricultura, debido a que el financiamiento adecuado y sostenible es esencial para la implementación y el mantenimiento a largo plazo de proyectos de áreas verdes.

## 6. REFERENCIAS

Amarasinghe, C., & Lanka, S. (2022). Fear of other ; as an factor of existence of BO tree in Sub Urban landscape. December.

Andreu M. G., Friedman M. H., y Northrop R. J. (2009). "Environmental Services Provided by Tampa's Urban Forest." University of Florida, Florida, U.S.A.

Arboit, Mariela Edith (2017). "Estimación del índice de vegetación en entornos urbanos forestados consolidados de baja densidad del área metropolitana de Mendoza, Argentina." Cuaderno Urbano, 23, 33-60.

Barona, C. O., & Chung, L. (2023). Satisfaction with urban trees associates with tree canopy cover and tree visibility around the home.  
<https://www.researchgate.net/publication/368311405> Satisfaction with urban trees associates with tree canopy cover and tree visibility around the home

Birche, M. (2022). Análisis de la distribución del arbolado urbano de alineación en La Plata, Argentina. Revista de Arquitectura (Bogotá), 24(1), 106-115.  
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2022.24.3465>

Carson, R. (2000). Contingent valuation: a user's guide. Environmental Science Technology, 34(8), 1413-1418.

- Chentao Liang, Angali Serge, Xu Zhang, Huimei Wang, Wenjie Wang. (2023).  
Assessment of street forest characteristics in four African cities using google street  
view measurement: Potentials and implications. *Environmental Research*, 221,  
115261. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115261>
- Clark, J. R., Matheny, N. P., Cross, G., & Wake, V. (1997). A model of urban forest  
sustainability. *Journal of Arboriculture*, 23(1).
- Clemente, M. (2023). Rethinking “Streetline Forestscapes” in a Broader Context of Urban  
Forestry: In-Between Ecological Services and Landscape Design, with Some  
Evidence from Rome, Italy. *Sustainability (Switzerland)*, 15(4).  
<https://doi.org/10.3390/su15043435>
- Clymire-Stern, E. F., Hauer, R. J., Hilbert, D. R., Kooser, A. K., Buckler, D., Buntrock,  
L., ... & Werner, L. P. (2022). Comparison between Artificial and Human Estimates  
in Urban Tree Canopy Assessments. *Land*, 11(12).  
<https://doi.org/10.3390/land11122325>
- Costanza, R., & Voinov, A. (2001). Modeling ecological and economic systems with  
STELLA: Part III. *Ecological Modelling*, 143(1-2), 1-7.
- Cranz, G. (2000). *Changing Roles of Urban Parks. From Pleasure Garden to Open Space.*  
San Francisco Planning and Urban Research Association, SPUR.  
<https://www.spur.org/publications/urbanist-article/2000-06-01/changing-roles-urban-parks>

Cumbicus-pineda, O. M. (2023). Aplicación web para la gestión del arbolado urbano de la ciudad de Loja. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v13i1.1933>

Cveji, M. (2023). Ecological Evaluation of the Sustainability of City Forests. March. <https://doi.org/10.3390/f14040700>

Dan, S., Kordjamshidi, P., Bonn, J., Bhatia, A., Cai, J., Palmer, M., & Roth, D. (2020). From Spatial Relations to Spatial Configurations NLP Annotation Methods for EarthScience Texts (Clearearth) View project Combining Deep Learning and Reasoning View project From Spatial Relations to Spatial Configurations. <https://www.researchgate.net/publication/343095951>

Duygu, D., & Dogan, . (2021). URBAN PARKS AND CONSERVATION STATUS. <https://www.researchgate.net/publication/357714478>

Duval, V. S., Benedetti, G. M., & Baudis, K. (2022). Confort térmico producido por la vegetación arbórea en el macrocentro de Bahía Blanca (Argentina). *Ecología Austral*, 32(2), 502-515. <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.2.0.1814>

Edition, P., & Published, S. I. (2019). Growth and Ecosystem Services of Urban Trees. In *Growth and Ecosystem Services of Urban Trees*. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03921-593-5>

Fonseca, C. R. (2012). *Composição, Estrutura e Diversidade da Comunidade Arbórea de um Fragmento Urbano de Floresta Estacional Semidecidual (Juiz de Fora, MG, Brasil) [Dissertação de Mestrado em Ecologia]*. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora.

Forman, R.T.T., & Godron, M. (1986). Landscape Ecology. John Wiley & Sons.

Galen, C. (2000). Changing Roles of Urban Parks. From Pleasure Garden to Open Space. San Francisco Planning and Urban Research Association, SPUR.

<https://www.spur.org/publications/urbanist-article/2000-06-01/changing-roles-urban-parks>

Geraldi, A. (2022). Aportes metodológicos para censos de arbolado urbano en ciudades medianas. Recuperado de ResearchGate.

<https://www.researchgate.net/publication/357630442>

González-Odio, Y. I., Díaz-Pompa, C. F., & Sosa-Piedra, O. (2022). Metodología para el diseño de Parques Temáticos de Naturaleza sostenibles en Cuba. *Santiago*, 159, septiembre-diciembre 2022. <https://orcid.org/0000-0002-7478-0754>, <https://orcid.org/0000-0002-2666-1849>, <https://orcid.org/0000-0002-1696-4723>

Buzai, Gustavo & Baxendale, Claudia & Humacata, Luis & Cacace, Graciela & Delfino, Hugo & Lanzelotti, Sonia & Principi, Noelia. (2016). Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica.

Gümüş, İ., & Erdönmez, E. (2021). Impact of spatial configuration to spatial quality: Venice and istanbul. *Journal of Architecture and Urbanism*, 45(2), 205–216.

<https://doi.org/10.3846/jau.2021.14306>

Horowitz, J., & McConnell, K. (2002). A review of WTA/WTP studies. *Journal of Environmental Economics and Management*, 44(3), 426-447.

Jim, C. Y., & Chen, W. Y. (2008). Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou (China). *Journal of Environmental Management*, 88(4), 665-676.

Jorge, M. (2017). *Sustentabilidad del Arbolado Urbano viario de la ciudad de Buenos Aires. Maestría en Gestión Ambiental metropolitana, Facultad de Arquitectura diseño y urbanismo, Universidad de Buenos Aires.*

Kenney, W. A., Van Wassenae, P. J. E., & Satel, A. L. (2011). Criteria and Indicators for Strategic Urban Forest Planning and Management. *Arboriculture & Urban Forestry*, 37(3), 108-117.

Kończak, B., Cempa, M., Pierzchała & Deska, M. (2021). Assessment of the ability of roadside vegetation to remove particulate matter from the urban air. *Environmental Pollution*, 268, 115465. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115465>

Konijnendijk, C. C., Annerstedt, M., Nielsen, A. B., & Maruthaveeran, S. (2013). *Benefits of urban parks: A systematic review. A report for IPFRA. IPFRA, Alphen aan den Rijn, Netherlands.*

Kowarik, I. (2023). The Mediterranean tree *Acer monspessulanum* invades urban greenspaces in Berlin. *Dendrobiology*, 89(February), 20–26.  
<https://doi.org/10.12657/denbio.089.002>

Longley, P., et al. (2011). Geographical Information Systems and Science. John Wiley & Sons.

Ma, Q., Lin, J., Yang, J., Li, W., Liang, L., & Guo, Q. (2023). Individual structure mapping over six million trees for New York City USA. *Scientific Data*, 10. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02000-w>

Macías-Muro, A., Martínez-Trinidad, T., Valdez-Lazalde, J. R., Romero-Sánchez, M. E., & Vaquera-Huerta, H. (2022). Evaluación de la salud del arbolado urbano a través de imágenes satelitales en Guadalajara, México / Assessment of urban tree health through satellite imagery in Guadalajara, Mexico. *ENES Unidad León/UNAM*, e24.81200. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81200>

Madden, D. J. (2010). Revisiting the End of Public Space: Assembling the Public in an Urban Park. *City & Community*, 9(2), 201-202. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6040.2010.01321.x>

Manuel R. Guariguata, «El manejo forestal en el contexto de la adaptación al cambio climático», *Revista de Estudios Sociales [En línea]*, 32 | Abril 2009, Publicado el 01 abril 2009, consultado el 13 noviembre 2023. URL: <http://journals.openedition.org/revestudsoc/16572>

Meseneva, N. v., & Milova, N. P. (2018). Design of urban parks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 463(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/2/022015>

Michela, B. (2019). Chances Practices, spaces and buildings in cities' transformation  
CHONGQING URBAN PARKS AS REPRESENTATION AND PERFORMANCE  
OF A SPATIAL IMAGINARY. <https://eventi.unibo.it/chances-bologna-2019>

Montesinos-Tubée, D. B. (2019). Diversidad florística, comunidades vegetales y  
propuestas de conservación del monte ribereño en el río Chili (Arequipa, Perú).  
Arnaldoa, 26(1). <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26106>

Mosyaftiani, A., Wahyu, A., Kaswanto, W., Wiyoga, H., Syasita, N., Septa, A. F., &  
Djauhari, D. (2022). Monitoring and analyzing tree diversity using i-Tree eco to  
strengthen urban forest management. Biodiversitas, 23(8), 4033–4039.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d230822>

Olbińska, K. (2018). The Value of Urban Parks in Lodz. Real Estate Management and  
Valuation, 26(1), 73–86. <https://doi.org/10.2478/remav-2018-0007>

Ortiz, N. L., & Luna, C. V. (2019). Diversidad e indicadores de vegetación del arbolado  
urbano en la Ciudad de Resistencia, Chaco-Argentina. Facultad de Agronomía UBA,  
39(2), 54-68.

Osorio, J. D., & Correa, F. (2004). Valoración económica de costos ambientales: Marco  
conceptual y métodos de estimación. Semestre Económico, 13, 159-193.

Pérez Bertruy, R. I. (2003). La construcción de espacios públicos ‘modernos’ en el  
porfiriato: el caso de los parques y jardines públicos de la Ciudad de México. XXIV

International Congress of the Latin American Studies Association, Texas.

<http://lasa.international.pitt.edu/Lasa2003/PerezBertruyRamonaIsabel.pdf>

Pristouris, K., Nakos, H., Stavrakas, Y., Kotsopoulos, K. I., Alexandridis, T., Barda, M. S., & Ferentinos, K. P. (2021). An Integrated System for Urban Parks Touring and Management. *Urban Science*, 5(4), <https://doi.org/10.3390/urbansci5040091>

Richardson, T., & Jensen, O. B. (2003). Linking Discourse and Space: Towards a Cultural Sociology of Space in Analysing Spatial Policy Discourse. *Urban Studies*, 40(1), 20.

Santamour, F.S. (1990). Trees for urban planting: diversity, uniformity, and common sense. Agricultural Research Service, Washington D.C.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). La Diversidad Biológica Forestal—El Tesoro viviente de la Tierra. Montreal, 48 páginas. ISBN: 92-9225-302-6.

Säumel, I., Weber, F. & Kowarik, I. (2016). Toward livable and healthy urban streets: Roadside vegetation provides ecosystem services where people live and move. *Environmental Science & Policy*, 62, 24-33.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.11.012>

Stanković, J., Krasic, S., Nikolic, M., & Kocić, N. (n.d.). Spatial configurations of floating settlements-parametric method Construction of student dormitories at the beginning of the 21st century View project Revitalization of preschool buildings in Serbia: Program and Methods of environmental, functional, and energy efficiency improvement View project. <https://www.researchgate.net/publication/356253544>

Tong, Z., Baldauf, R. W., Isakov, V., Deshmukh, P., & Max Zhang, K. (2016). Roadside vegetation barrier designs to mitigate near-road air pollution impacts. *Science of The Total Environment*, 541, 920-927. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.067>

Urban Forest Diversity Guidelines. (2011). Tree Species Selection Strategy for the City of Melbourne.

Vásquez, F., Cerda, A., & Orrego, S. (2007). Valoración económica del ambiente. Buenos Aires: Thomson editores.

Velasquez, L. F., Echeverría, L., Etxegarai, M., Anzaldú, G., & de-Miguel, S. (2022). Mapping street trees using Google Street View and Artificial Intelligence. Presented at the XV World Forestry Congress, 2–6 May 2022, Coex, Seoul, Republic of Korea.

Wakild, E. (2007). Naturalizing Modernity: Urban Parks, Public Gardens and Drainage Projects in Porfirian Mexico City. *Estudios Mexicanos*, 23(1), 101-123. <https://doi.org/10.1525/msem.2007.23.1.101>

Yang, J., Zhang, M., Zhang, J., Lu, H., & Hauer, R. J. (2023). Allometric Growth of Common Urban Tree Species in Qingdao City of Eastern China. *Forests*, 14(3), 472. <https://doi.org/10.3390/f14030472>

Yang, Y., Wang, Z., & Lin, G. (2021). Performance assessment indicators for comparing recreational services of urban parks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph18073337>

Zhao, J., Zhao, X., Wu, D., Meili, N., & Fatichi, S. (2023). Satellite-based evidence highlights a considerable increase of urban tree cooling benefits from 2000 to 2015. *Global Change Biology*, March. <https://doi.org/10.1111/gcb.16667>

Zhu, J., Lu, H., Zheng, T., Rong, Y., Wang, C., Zhang, W., Yan, Y., & Tang, L. (2020). Vitality of urban parks and its influencing factors from the perspective of recreational service supply, demand, and spatial links. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph17051615>

Zhuang, Y., Xie, D., & Yu, X. (2023). Urban Tree Canopy and Environmental Justice: Examining the Distributional Equity of Urban Tree Canopy in Guangzhou, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph20054050>

## 7. ANEXOS

### 7.1 ANEXOS I – CONTEO

Tabla 15. Conteo, Sector 0

	Lugar	Especie	Cantidad	Área (m2)	Superficie (km2)	Densidad (Arb/km2)
1	Variante de Uchumayo	Vilco	20			
		Ficus	20			
		Fresno	4	0.7 - 12.56		
		Cactus	1			
		<b>TOTAL:</b>	<b>45</b>			
2	Pasaje Brasil	Vilco	75	0.7-3.53		
		Ficus	42	0.7 - 12.56		
		Fresno	22	1.15-4.7		
		Mioporó	10	1.8 -10.17		
		Ficus Chiflero	3	1 - 4		
		<b>TOTAL:</b>	<b>152</b>	0.9-3.87	0.7-6.4	
3	Salaverry	Vilco:	1	1.23-2.13		
		Molle:	20	0.8-3.5		
		Acacia:	10	1.5- 12.35		
		Mioporó:	13	0.7-3.53		
		Fresno	6	0.7 - 12.56		
		Casuarina	1	1.15-4.7		
		Sauce	2	1 - 4		
		<b>TOTAL:</b>	<b>91</b>			
4	Los Libertadores	<b>TOTAL:</b>	<b>96</b>	-		

5	<b>Puerto Maldonado</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	123 -	-		
6	<b>C. Divino Niño</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	38 34	-		
7	<b>Amazonas</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	16 87	-		
8	<b>Colombia</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	19 80	-		
9	<b>España</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	33 102	-		
10	<b>Madre de Dios</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	24 78	-		
11	<b>Huancavelica</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	25 65	-		
12	<b>Juan Santos Atahualpa</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	26 43	-		
13	<b>Pje. Los Álamos</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	23 32	-		
	<b>Total</b>					

Tabla 16. Coteo, Sector I

	<b>Lugar</b>	<b>Especie</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Superficie (km2)</b>	<b>Densidad (Arb/km2)</b>
1	<b>Vía expresa Variante de</b>	Fresno americano: <b>TOTAL:</b>	2	0.7 - 12.56	0.002705	

	<b>Uchumayo</b>		2			
2	<b>Av. Metropolitana</b>	Mioporo: Fresno Casuarina: Jacaranda: Sauce: Pino: <b>TOTAL:</b>	26 15 16 8 2 1 <b>108</b>	0.7-3.53 0.7 - 12.56 1.15-4.7 1.8 -10.17 1 - 4 0.9-3.87 0.7-6.4	0.003203	
3	<b>C. Taboada</b>	Vilco: Molle: Acacia: Mioporo: Fresno Casuarina Sauce <b>TOTAL:</b>	1 20 10 13 6 1 2 <b>53</b>	1.23-2.13 0.8-3.5 1.5- 12..35 0.7-3.53 0.7 - 12.56 1.15-4.7 1 - 4	0.001001	
4	<b>Pedro Della Francesca</b>	<b>TOTAL:</b>	<b>0</b>	-	0.001059	
5	<b>Lorenzo Benini</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	<b>18</b>	-	0.002109	
6	<b>Sandro Botticelli</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	38 <b>38</b>	-	0.004089	
7	<b>Av. Miguel Ángel Buonarroti</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	16 <b>16</b>	-	0.002407	
8	<b>Paolo Caliari</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	19 <b>19</b>	-	0.001607	

9	<b>Antonio Alegri</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	33 <b>33</b>	-	0.001269	
10	<b>Umberto Boccioni</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	24 <b>24</b>	-	0.000813	
11	<b>Andrea Mantegna</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	25 <b>25</b>	-	0.001323	
12	<b>Paolo Uccello</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	26 <b>26</b>	-	0.000792	
13	<b>Giotto Da Bondoni</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	23 <b>23</b>	-	0.001946	
14	<b>Fray Angélico</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	26 <b>26</b>	-	0.000807	
15	<b>Leonardo Da Vinci</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	19 <b>19</b>	-	0.002826	
16	<b>Eduardo Begneni</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	26 <b>26</b>	-	0.000692	
17	<b>Fray Felipe Lippi</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	18 <b>18</b>	-	0.000552	
18	<b>C. Felipe Tomaso Marinetti</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	21 <b>21</b>	-	0.000961	
19	<b>C.p Jose Antonio de Taboada</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	12 <b>12</b>	-	0.013912	
20	<b>C. Arequipa</b>	Mioporo: <b>TOTAL:</b>	4 <b>4</b>			
	<b>Total</b>		Total 511 Falta			

			parque 1360			
--	--	--	----------------	--	--	--

Tabla 17. Conteo, Sector II

Lugar	Especie	Cantidad	radio - Área (m2)	Superficie km2	Densidad (Arb/km2)
Urbano Victor A. Belaunde	Mioporo:	85	0.7-3.53	4.29e-4	3.01+5
	Molle:	20	0.8-3.5		
	Mora:	18	0.6-1.13		
	Casuarina:	3	1.8-10.17		
	Huaranhuay:	3	0.9-2.54		
	<b>Total:</b>	<b>129</b>			
Grande	Mora:	21	0.6-1.13	1.01e-4	5.55e+5
	Molle:	11	0.8-3.5		
	Mioporo:	22	0.7-3.53		
	Casuarina:	2	1.8-10.17		
	<b>Total:</b>	<b>56</b>			
C. los Gladiolos	0	0	0	0	0
Urb. Los Gladiolos	Mioporo	28	0.7-3.53	9.880e-05	0
	<b>Total:</b>				
Urbano los Cedros	0	0	0	0	0
Urbano las Casuarinas	Mora:	21	0,6-1.13	1.80e-4	3.57e+5
	Molle:	22	0.8-3.5		
	Mioporo:	18	0.7-3.53		
	Huaranhuay:	2	0.9-2.54		
	Casuarina:	1	1.8-10,17		
	<b>Total:</b>	<b>84</b>			

Urbano Entel Perú	Mora:	7	0.6-1.13	8.44e-5	3.43e+5
	Molle:	5	0.8-3.5		
	Mioporo:	16	0.7-3.53		
	Huaranhuay:	1	0.9-2.54		
	<b>Total:</b>	<b>29</b>			
Urb. San Agustín	Mora:	2	0.6-1.13	1.28e-5	3.90e+5
	Mioporo:	2	0.7-3.53		
	Molle:	1	0.8-3.5		
	<b>Total:</b>	<b>5</b>			
Sta Beatriz	Mioporo:	12	0.7-3.53	5.63e-5	3.20e+5
	Molle:	3	0.8-3.5		
	Mora:	3	0.6-1.13		
	<b>Total:</b>	<b>18</b>			
Av. José Abelardo Quiñones	Mioporo:	4	0.7-3.53	4.18e-4	1.03e+5
	Mora:	4	0.6-1.13		
	Huaranhuay:	5	0.9-2.54		
	Fresno Americano:	30	0.7 - 12.56		
	<b>Total:</b>	<b>43</b>			
Av. Víctor Andrés Belaúnde	Casuarina	1	1.8 - 10.17	2.25e-3	1.06e+5
	Fresno americano	161	0.7 -12.56		
	Mora	14	1.2 - 4.52		
	Jacaranda	15	1 - 4		
	Molle	48	0.8 - 3.5		
	<b>Total</b>	<b>239</b>			
Chullo	Molle	12	0.8 - 3.5	1.64e-4	2.62e+5
	Mora	31			
	<b>Total</b>	<b>43</b>	1.2 - 4.52		

C. Las Dalias	<b>Total</b>	<b>0</b>	0	0	0
C. 5	Molle <b>Total</b>	4 <b>4</b>	0.8 - 3.5	3.62e-5	4.98e+5
Valencia	Mora Molle <b>Total</b>	4 7 <b>11</b>	1.2 - 4.52 0.8 - 3.5	3.22e-5	3.42e+5
Urbano Independencia Americana	Jacaranda Molle Mora Mioporo <b>Total</b>	1 10 1 3 <b>15</b>	1 - 4 0.8 - 3.5 1.2 - 4.52 0.7-3.53	3.32e-5	4.52e+5
Urbano Magisterial III etapa	Pino araucaria Mora Mioporo <b>Total</b>	1 28 8 <b>37</b>	1.7 - 9.07 1.2 - 4.52 0.7-3.53	1.48e-4	2.5e+5
Belaunde	Total				
Los Tulipanes	Molle Mora <b>Total</b>	18 6 <b>24</b>	0.8 - 3.5 1.2 - 4.52	6.33e-5	3.79e+5
Los Jazmines	Mioporo Mora Fresno americano <b>Total</b>	13 18 7 <b>38</b>	0.7-3.53 1.2 - 4.52 0.7 - 12.56	1.89e-4	2.01e+5
Urbano Victor Andrés Belaunde	Mioporo <b>Total</b>	45 <b>45</b>	0.7-3.53	1.59e-4	2.834e+5
Las Violetas	<b>Total</b>	<b>0</b>	0	0	0
Orquídeas	Mora <b>Total</b>	6 <b>6</b>	1.2 - 4.52	2.71e-5	2.21e+5

Los Rosales	<b>Mioporo</b>	16	0.7-3.53	2.12e-5	0
	<b>Total</b>				
Los Lirios	Molle	4	0.8 - 3.5		
	<b>Total</b>	<b>4</b>		8.04e-6	4.98e+5
Azucenas	Fresno americano	7	0.7 - 12.56		
	Molle	17	0.8 - 3.5		
	<b>Total</b>	<b>24</b>		1.22e-4	1.97e+5
Urb. Juan XXIII	Molle	2	0.8 - 3.5		
	Mora	14	1.2 - 4.52		
	<b>Total</b>	<b>16</b>		6.33e-5	3.79e+5
Arequipa	Mioporo				
	<b>Total</b>	10	0.7-3.53	.353e-5	3.79e+5
Quinta Claudia	Mioporo				
	<b>Total</b>	6	0.7-3.53	2.12e-5	
Urb los Gladiolos	Mioporo				
	<b>Total</b>	19	0.7-3.53	2.12e-5	
Urb Independencia Americana	Mioporo				
	<b>Total</b>	15	0.7-3.53	2.12e-5	
San Rafael	Mioporo				
	<b>Total</b>	12	0.7-3.53	2.12e-5	
Santa Patricia	Mioporo				
	<b>Total</b>	16	0.7-3.53	2.12e-5	
<b>Total</b>		1037			

Tabla 18. Censo, Sector III

Lugar	Especie	Cantidad	Radio - Área	Superficie	Densidad (Arb/km <sup>2</sup> )
<b>Pampita Zevallos (36)</b>	Mioporo	32	0.7-3.53	1.34e-04	2.96e+05
	Fresno	3	0.8-3.5		
	Casuarina	1	1.8-10.17		
	<b>TOTAL</b>	36			
<b>Chullo (21)</b>	Molle	3	0.8-3.5	7.80e-05	2.69e-05
	Mioporo	14	0.7-3.53		
	Mora	4	1.2-4.52		
	<b>TOTAL</b>	21			
<b>C-7 (6)</b>	Mora	2	1.2-4.52	1.92e-05	3.13e+05
	Molle	2	0.8-3.5		
	Mioporo	2	0.7-3.53		
	<b>TOTAL</b>	6			
<b>C-9 (17)</b>	Pino araucaria	1	1.7-9.07	8.45e-05	2.01e+05
	Mora	10	1.2-4.52		
	Mioporo	5	0.7-3.53		
	Fresno americano	1	0,7-12,56		
	<b>TOTAL</b>	17			
<b>Belaunde (8)</b>	Mora	3	1.2-4.52	7.64e-05	1.05e+05
	Fresno americano	5	0.7-12.56		
	<b>TOTAL</b>	8			
<b>Antiquilla (2)</b>	Mioporo	2	0.7-3.53	7.06e-06	2.83e+05
	<b>TOTAL</b>	2			

<b>Ampatacocha (5)</b>	Mioporo	2	0.7-3.53	3.57e-05	1.40e+05
	Fresno americano	2	0.7-12.56		
	Molle	1	0.8-3.5		
	<b>TOTAL</b>	5			
<b>Ramon Castilla (26)</b>	Mioporo	26	0.7-3.53	9.18e-05	2.83e+05
	<b>TOTAL</b>	26			
<b>Av. Ejército (147)</b>	Fresno	113	0.7-12.56	1.45e-03	8.43e+04
	Jacaranda	12	1-4		
	Mora	5	1.2-4.52		
	Gravilea	5	1.2-2.8		
	Mutuy	8	0.9-2.54		
	Molle	4	0.8-3.5		
	<b>TOTAL</b>	147			
<b>C.Zamacola (87)</b>	Mioporo	64	0.7-4.53	5.61e-04	1.55e+05
	Molle	2	0.8-3.5		
	Fresno americano	21	0.7-12.56		
	<b>TOTAL</b>	87			
<b>Pje. Cárdenas (20)</b>	Mora	3	1.2-4.52	7.36e-05	2.72e+05
	Mioporo	17	0.7-3.53		
	<b>TOTAL</b>	20			
<b>Pje. La Unión (23)</b>	Mioporo	23	0.7-3.53	8.12e-05	2.83e+05
	<b>TOTAL</b>	23			
<b>Las Lilas (5)</b>	Mioporo	1	0.7-3.53	5.83e-05	9.30e+04
	Fresno americano	4	0.7-12.56		
	<b>TOTAL</b>				

		5			
<b>Urb. Santa Cecilia (28)</b>	Mioporo <b>TOTAL</b>	28	0.7-3.53	-	-
<b>Arequipa (13)</b>	Mioporo Vilco Molle <b>TOTAL</b>	11 1 1 13	0.7-3.53 1.23-2.13 0.8-3.5	5.63e-06	2.31e+06
<b>Total</b>		427			

Tabla 19. Conteo, Sector IV

Lugar	Especie	Cantidad	Radio- Área	Superficie	Densidad (Arb/km2)
León Velarde	Fresno americano:	4	0,7-12,56	0.0002542	
	<b>TOTAL:</b>	<b>4</b>			
C. Alfonso Ugarte	Mora:	1	1.2-4.52	0.001002	
	Fresno americano:	4	0,7-12,56		
	Grevilea:	1	1.2-2.8		
	Mioporo:	1	0.7-3.53		
	Vilco:	2	1.23-2.13		
	<b>TOTAL:</b>	<b>9</b>			
Chilina s/n	Pino:	6	1.7-9.07	0.001005	
	Mioporo:	30	0.7-3.53		
	Cheflera:	20	0.9-2.54		
	Grevilea:	25	1.2-2.8		
	<b>TOTAL:</b>	<b>81</b>			

C. Cayma s/n	Cheflera:	5	0.9-2.54	0.003201	
	Grevilea:	8	1.2-2.8		
	Mioporo:	2	0.7-3.53		
	<b>TOTAL:</b>	1			
		<b>15</b>			
Urbanización San José	Mioporo:	70	0.7-3.53	0.175002	
	Mora:	15	1.2-4.52		
	<b>TOTAL:</b>	<b>85</b>			
Urbanización Paisajista Chilina	Mioporo:	33	0.7-3.53	0.20645	
	Fresno americano:	8	0,7-12,56		
	Mora:	15	1.2-4.52		
	<b>TOTAL:</b>	<b>56</b>			
Prol. Magnopata	Mioporo:	12	0.7-3.53	0.002458	
	<b>TOTAL:</b>	<b>12</b>			
Residencial Santa Mónica	Mora:	45	1.2-4.52	0.256801	
	Mioporo:	10	0.7-3.53		
	Fresno americano:	17	0,7-12,56		
	<b>TOTAL:</b>	<b>72</b>			
Pasaje Chilina s/n	Mioporo	17	0.7-3.53	0.002109	
	<b>TOTAL:</b>	<b>17</b>			

## 7.2 ANEXOS II – DATOS DE DESARROLLO

### BIODIVERSIDAD

**A. Especies que superan el 1% del total de ejemplares censados por sector Para ello se muestra el siguiente cuadro de información especies uno.**

Tabla 20. Biodiversidad I

Sector	Tipos de especies (Nro)	Cantidad de ejemplares	Especies que superan el 1%	Ejemplares seleccionados	Porcentaje respecto al total
0	13	1028	8	1002	97.47%
1	12	511	8	498	97.46%
2	16	1037	10	1000	96.43%
3	4	427	3	383	89.69%
4	7	352	5	350	99.72%

De la tabla 41 se entiende que:

#### SECTOR CERO:

Este sector tiene la mayor cantidad de ejemplares y una diversidad razonablemente alta con 13 tipos diferentes de especies de árboles. De estos, 8 especies superan el 1% de la población total.

Casi todos los ejemplares (97,47%) están incluidos en los tipos seleccionados.

#### SECTOR I:

Este sector tiene menos ejemplares que el Sector Cero, pero tiene una diversidad similar con 12 tipos de especies. 8 especies superan el 1% de la población total.

Casi todos los ejemplares (97,46%) están incluidos en los tipos seleccionados.

#### SECTOR II:

Este sector tiene la mayor diversidad con 16 tipos de especies y una cantidad de ejemplares comparable al Sector Cero. 10 especies superan el 1% de la población total.

La mayoría de los ejemplares (96,43%) están incluidos en los tipos seleccionados.

#### SECTOR III:

Este sector tiene la menor diversidad con solo 4 tipos de especies y también la menor cantidad de ejemplares incluidos en los tipos seleccionados (89,69%).

#### SECTOR IV:

Este sector tiene una diversidad moderada con 7 tipos de especies y una cantidad menor de ejemplares. Sin embargo, casi todos los ejemplares (99,72%) están incluidos en los tipos seleccionados.

De estas conclusiones, podemos inferir que los SECTORES CERO, I, y II tienen una alta diversidad y una gran cantidad de ejemplares. El SECTOR III es el que tiene la menor diversidad y menor cantidad de ejemplares seleccionados. Por otro lado, el SECTOR IV, a pesar de tener menos especies y ejemplares en total, prácticamente todos sus ejemplares forman parte de las especies seleccionadas, lo que sugiere una fuerte concentración en esas especies particulares.

Estos hallazgos podrían ser útiles para informar estrategias de manejo y conservación de la diversidad de árboles en estos sectores.

La tabla 41 proporciona información cuantitativa sobre la diversidad de especies y la cantidad de ejemplares en diferentes sectores del monte ribereño del río Chili en la ciudad de Arequipa. Se muestran los tipos de especies presentes, la cantidad de ejemplares, el número de especies que superan el 1% y la cantidad de ejemplares seleccionados. Además, se indica el porcentaje de los ejemplares seleccionados en relación con el total.

Por otro lado, el trabajo de investigación de Montesinos Tubeé y colaboradores, llevado a cabo en 2019, titulado “Diversidad florística, comunidades vegetales y propuestas de conservación del monte ribereño en el río Chili (Arequipa, Perú)” se centra en el estudio de la

diversidad florística en el monte ribereño del río Chili en varios distritos de Arequipa. Se realizaron muestreos en 45 áreas y se identificaron 245 especies de flora, clasificadas en géneros y familias encontrándose presentes especies de árboles como Molle, Jacarandá, Fresno, Ficus, Sauce, Mioporo, Vilco, Casuarina entre otras habitando la zona de monte ribereño del río Chili de las que se hizo un listado de especies encontradas por sector en el presente trabajo de investigación, (ver tabla 43). Se describen unidades sintaxonómicas y se evalúa la correlación entre variables ambientales y especies florísticas. También se analiza la presencia de especies endémicas, nativas e introducidas a lo largo del río. Se evalúa la tendencia de inundaciones y se sugiere la conservación de los ecosistemas fluviales y terrestres, así como el desarrollo sostenible y la participación ciudadana en la gestión y conservación del monte ribereño.

En resumen, la tabla proporciona información específica sobre la diversidad y cantidad de ejemplares en diferentes sectores del monte ribereño, mientras que el trabajo de investigación ofrece un análisis más amplio de la diversidad florística, la correlación con variables ambientales y las medidas de conservación propuestas. Ambos enfoques son complementarios y contribuyen a la comprensión y gestión del monte ribereño del río Chili en Arequipa, más que en la gestión y conservación del arbolado urbano viario y de la red de parques.

#### B.- Caracterización del arbolado de los sectores establecidos

Tabla 21. Especies por sector

Especie	Sector 0 (%)	Sector 1 (%)	Sector 2 (%)	Sector 3 (%)	Sector 4 (%)
Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	11.54%	75.54%	29.12%	-	-
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	7.69%	3.91%	29.70%	-	0.2%
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	7.69%	3.33%	0.39%	-	-
Mora ( <i>Morus alba</i> )	10.69%	-	-	28.09%	19.65%
Mora ( <i>Morus nigra</i> )	-	1.17%	17.16%	-	-

Huaranhuay ( <i>Tecoma sambucifolia</i> )	-	-	0.77%	-	-
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	0.85%	3.33%	4.24%	34.89%	11.20%
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> )	-	1.57%	1.54%	0.81%	-
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	0.85%	-	0.10%	-	1.71%
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	18.38%	8.02%	1.93%	-	50.57%
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	7.69%	0.78%	2.80%	-	-
Tipa ( <i>Tipuana tipu</i> )	-	-	-	36.12%	-
Tabaco ( <i>Nicotiana glauca</i> )	-	-	-	-	0.5%
Chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> )	-	-	-	-	16.17%
Ficus ( <i>Ficus Benjamina</i> )	18.38%	-	-	-	-
Palmera ( <i>Washingtonia robusta</i> )	0.85%	-	-	-	-
Cactus ( <i>Cactaceae</i> )	0.85%	-	-	-	-
Ficus Chiflera	0.85%	0.59%	-	-	-

( <i>Ficus Benjamina</i> )					
Fresno Común ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	13.69%	4.50%	2.89%	-	-
Alamo ( <i>Populus nigra var. italyca</i> )	-	0.39%	-		
Yuca ornamental ( <i>Yucca gigantea</i> )	-	0.20%	-		
Pino ( <i>Pinus patula</i> )	-	-	0.29%		
Pino ( <i>Pinus radiata</i> )	-	-	0.19%		
Quillay ( <i>Paraserianthes lophanta</i> )	-	-	3.86%		
Acacia ( <i>Acacia saligna</i> )	-	-	4.15%		
Grevilea, roble australiano ( <i>Grevillea robusta</i> )	-	-	0.87%		
Total	100%	100%	100%	100%	100%

La tabla 42 nos muestra las especies por sector y resalta lo siguiente:

Mioporó (*Myoporum laetum*) tiene una presencia significativa en los sectores 0, 1 y 2, pero no se encuentra en los sectores 3 y 4. Molle (*Schinus molle*) está presente en todos los sectores excepto en el sector 3, aunque su porcentaje de presencia varía. Mora (*Morus alba*) se encuentra principalmente en los sectores 0, 3 y 4. Vilco (*Anadenanthera colubrina*) tiene una presencia notablemente alta en el sector 4 (50.57%) y también es bastante común en el sector 0. El Fresno

americano (*Fraxinus americana*) se encuentra en todos los sectores excepto en el sector 2, con su mayor presencia en el sector 3. Tipa (*Tipuana tipu*) sólo se encuentra en el sector 3, donde tiene una presencia bastante alta (36.12%). Algunas especies como el Pino araucaria (*Araucaria heterophylla*), la Palmera (*Washingtonia robusta*), el Cactus (*Cactaceae*), y el Ficus Chiflera (*Ficus Benjamina*) tienen una presencia muy baja o nula en la mayoría de los sectores.

Algunas especies, como el Tabaco (*Nicotiana glauca*) y la Chilca (*Baccharis latifolia*), sólo se encuentran en un solo sector, en este caso, el sector 4. Estos datos pueden ser útiles para entender cómo las diferentes especies de árboles se distribuyen en estos sectores y pueden ayudar a informar decisiones de manejo y conservación, tales como qué especies podrían necesitar protección o cuáles podrían ser candidatas para la reforestación en ciertos sectores.

Montesinos Tubeé precisamente hace mención de las principales encontradas en la presente investigación como el Mioporo, Molle, Mora, Vilco, Fresno, Tipa, y otros xerófitos mencionados, tanto en sus libros: “Árboles y leñosas, soluciones para mitigar la contaminación”, e investigaciones realizadas en la ciudad de Arequipa, tales como en “Diversidad florística, comunidades vegetales y propuestas de conservación del monte ribereño en el río Chili (Arequipa, Perú)”, “Catálogo de biodiversidad de las laderas del Arequipa, Golf club: Análisis ecológico y botánico”, otros trabajos como “Evaluación de la sostenibilidad de cuencas hidrográficas. Estudio de caso: Cuenca del Chili, Arequipa-Perú, entre otros, siendo este último realizado por los investigadores Diego R. López y Edwin Bocado, en el que participa también Montesinos Tubeé haciendo énfasis en el aporte de los árboles en la sostenibilidad de cuencas hidrográficas.

**C.- Cálculo de los excesos respecto a la regla del 10% de Santamour**

Tabla 22. Cálculo de excesos

Especie	Valor de referencia	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Exceso Sector 0	Exceso Sector 1	Exceso Sector 2	Exceso Sector 3	Exceso Sector 4
Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	10.00%	11.54%	75.54%	29.12%	-	-	1.54%	65.73%	33.21%	-	-
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	10.00%	7.69%	3.91%	29.70%	-	0.2%	-	-	25.98%	-	-
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	10.00%	7.69%	3.33%	1.34%	-	-	-	-	-	-	-
Mora ( <i>Morus alba</i> )	10.00%	10.69%	-	-	28.09%	19.65%	0.69%	-	9.43%	18.09%	9.65%
Mora ( <i>Morus nigra</i> )			1.17%	17.16%							
Huaranhuay ( <i>Tecoma sambucifolia</i> )	10.00%	-	-	0.77%	-	-	-	-	-	-	-
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	10.00%	0.85%	3.33%	4.24%	34.89%	11.20%	-	-	21.54%	24.89%	1.20%
Jacaranda ( <i>Jacaranda</i> )	10.00%	-	1.57%	1.54%	0.81%	-	-	-	-	-	-

<i>mimosifolia</i> )											
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	10.00%	0.85%	-	0.10%	-	1.71%	-	-	-	-	-
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	10.00%	18.38%	8.02%	1.93%	-	50.57%	8.38%	-	-	-	40.57%
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	10.00%	7.69%	0.78%	2.80%	-	-	-	-	-	-	-
Tipa ( <i>Tipuana tipu</i> )	10.00%	-	-	-	36.12%	-	-	-	-	26.12%	26.12%
Tabaco ( <i>Nicotiana glauca</i> )	10.00%	-	-	-	-	0.5%	-	-	-	-	-
Chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> )	10.00%	-	-	-	-	16.17%	-	-	-	-	6.17%
Ficus ( <i>Ficus Benjamina</i> )	10.00%	18.38%	-	-	-	-	8.38%	-	-	-	-

Palmera ( <i>Washingtonia robusta</i> )	10.00%	0.85%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cactus ( <i>Cactaceae</i> )	10.00%	0.85%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ficus Chiflera ( <i>Ficus Benjamina</i> )	10.00%	0.85%	0.59%	-	-	-	-	-	-	-	-
Fresno Común ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	10.00%	0.85%	1.17%	2.89%	-	-	-	-	-	-	-
Alamo ( <i>Populus nigra var. italyca</i> )	10.00%	-	0.39%	-	-	-	-	-	-	-	-
Yuca ornamental ( <i>Yucca gigantea</i> )	-	-	0.20%	-	-	-	-	-	-	-	-
Pino ( <i>Pinus patula</i> )	-	-	-	0.29%	-	-	-	-	-	-	-
Pino	-	-	-	0.19%	-	-	-	-	-	-	-

<i>(Pinus radiata)</i>												
Quillay <i>(Paraserianthes lophanta)</i>	-	-	-	3.86%	-	-	-	-	-	-	-	-
Acacia <i>(Acacia saligna)</i>	-	-	-	4.15%	-	-	-	-	-	-	-	-
Grevilea, roble australiano <i>(Grevillea robusta)</i>	-	-	-	0.87%	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sumatoria Excesos Valor de referencia</b>							18.99%	65.73%	90.16%	69.1%	83.71%	

La tabla 43 muestra la presencia de diferentes especies de árboles en diferentes sectores, comparada con un valor de referencia de 10.00%. El "Exceso" se refiere a cuánto excede este valor de referencia en cada sector.

Las conclusiones que podríamos obtener de esta tabla podrían incluir:

Mioporo (*Myoporum laetum*) está significativamente sobre-representado en el sector 1 y el sector 2, en comparación con el valor de referencia.

Mora (*Morus alba*) también está sobre-representada en los sectores 2, 3 y 4.

Fresno americano (*Fraxinus americana*) tiene una presencia más alta que el valor de referencia en los sectores 2 y 3.

Vilco (*Anadenanthera colubrina*) tiene una presencia muy alta en el sector 4, muy por encima del valor de referencia.

Tipa (*Tipuana tipu*) está significativamente sobre-representada en el sector 3.

Chilca (*Baccharis latifolia*) está sobre-representada en el sector 4.

Ficus (*Ficus benjamina*) está sobre-representado en el sector 0.

La "Sumatoria Excesos Valor de referencia" para cada sector indica cuánto se excede el valor de referencia en ese sector para todas las especies combinadas. Esto puede indicar una mayor biodiversidad en esos sectores, o puede sugerir que ciertas especies están dominando en esos sectores.

Por lo tanto, esta información puede ser valiosa para tomar decisiones de manejo y conservación, y para identificar áreas que podrían beneficiarse de la introducción de más variedad de especies o del control de las especies dominantes.

## COBERTURA

Tabla 23. Cobertura

Sector	Cantidad de calles	Cantidad de cuadras	Promedio cobertura	Cobertura efectiva
0	35	89	26.32%	23.97%
1	29	74	23.1%	24.63%
2	32	64	33.15%	29.57%
3	15	24	6.56%	5.82%
4	39	107	26.24%	32.12%

La tabla 44 expone los siguientes resultados:

Sector 0: Este sector tiene la mayor cantidad de calles (35) y cuadras (89) entre todos los sectores. Sin embargo, el promedio de cobertura (26.32%) y la cobertura efectiva (23.97%) son moderados en comparación con los otros sectores.

Sector 1: A pesar de tener una cantidad menor de calles y cuadras que el sector 0, la cobertura efectiva (24.63%) es ligeramente más alta que el promedio de cobertura (23.1%), lo que sugiere una mayor eficiencia en la utilización del espacio.

Sector 2: Este sector tiene la cobertura promedio más alta (33.15%) de todos los sectores, aunque la cobertura efectiva es un poco más baja (29.57%). Esto podría indicar que hay áreas de este sector que no se están utilizando de manera eficiente.

Sector 3: Tiene la menor cantidad de calles y cuadras, y también los valores más bajos de promedio de cobertura (6.56%) y cobertura efectiva (5.82%). Este sector podría ser el menos desarrollado o el que tiene más áreas abiertas no utilizadas.

Sector 4: A pesar de tener la mayor cantidad de cuadras (107), no tiene la cobertura promedio más alta. Sin embargo, tiene la mayor cobertura efectiva (32.12%), lo que sugiere que este sector está utilizando su espacio de manera eficiente.

Estas conclusiones podrían ser útiles para la planificación urbana, para identificar sectores que podrían beneficiarse de una mayor cobertura, o para resaltar áreas donde la cobertura actual podría ser utilizada de manera más efectiva.

## ESTADO SANITARIO

$$\text{Índice de Estado Sanitario} = \frac{\% \text{ de ejemplares sin ninguna afección}}{100}$$

Tabla 24. Estado Sanitario

Tipo de afección	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Smog	34.01%	24.3%	37.56	31.5%	28.2%
Parásitos	9.87%	11.67%	18.64%	17.53%	7.45%
Excrementos de animales	14.32%	6.43%	8.15%	12.78%	9.67%
<b>Sin ninguna afección</b>	58.2%	57.6%	35.65%	38.19%	54.68%

Los resultados de la tabla 45 se explican de la siguiente forma:

La tabla muestra las proporciones de diferentes tipos de afecciones observadas en varios sectores (0, 1, 2, 3 y 4). A continuación, presento algunas observaciones basadas en los datos:

El "Smog" parece ser un problema generalizado en todos los sectores, con la proporción más alta en el sector 2 (37.56%) y la más baja en el sector 1 (24.3%).

Las afecciones por "Parásitos" también se encuentran en todos los sectores, pero son más prevalentes en los sectores 2 (18.64%) y 3 (17.53%).

Los "Excrementos de animales" se encuentran en todos los sectores en diferentes proporciones, pero son más comunes en el sector 0 (14.32%) y el sector 3 (12.78%).

A pesar de estas afecciones, un porcentaje significativo de cada sector no presenta ninguna afección. El sector 0 tiene la mayor proporción de organismos sanos (58.2%), seguido de cerca por el sector 4 (54.68%). El sector con menos organismos sanos es el 2 (35.65%).

Es importante destacar que los porcentajes para cada sector superan el 100%. Esto podría ser un error en los datos o podría indicar que algunos organismos tienen más de una afección al mismo tiempo.

En general, parece que existen problemas de smog en todos los sectores, pero hay variaciones significativas entre los sectores en términos de afecciones por parásitos y excrementos de animales. Un número sustancial de organismos en cada sector está sin ninguna afección, aunque esta proporción también varía entre los sectores.



-

-COMPOSICION ETARIA

Tabla 25. Estructura composición clases diametrales en el sector 0

Especies	Promedio del diámetro del tronco (cm)	Cantidad Ejemplares por clase diametral					Cantidad Total	Frecuencia relativa
		Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<		
Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	16	25	85	9	0	0	119	11.54%
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	16	19	50	10	0	0	79	7.69%
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	25	12	67	0	0	0	79	7.69%
Mora ( <i>Morus alba</i> )	14	89	13	8	0	0	110	10.69%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	19	18	69	0	0	0	87	0.85%

Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	18	1	8	0	0	0	9	0.85%
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	25	30	90	19	5	0	149	18.38%
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	15	67	12	0	0	0	79	7.69%
Ficus ( <i>Ficus Benjamina</i> )	18	35	105	8	0	0	149	18.38%
Palmera ( <i>Washingtonia robusta</i> )	21	0	9	0	0	0	9	0.85%
Cactus ( <i>Cactaceae</i> )	10	9	0	0	0	0	9	0.85%
Ficus Chiflera ( <i>Ficus</i> )	17	3	6	0	0	0	9	0.85%

<i>Benjamina)</i>								
Fresno Común <i>(Fraxinus excelsior)</i>	19	12	128	1	0	0	141	13.69%
<b>Totales</b>							1028	100%

Esta tabla número 46 proporciona información sobre las especies de árboles, el diámetro promedio del tronco, la cantidad de ejemplares por clase diametral, la cantidad total de ejemplares y la frecuencia relativa de cada especie. Aquí están algunas conclusiones que podrías extraer de estos datos:

Distribución de especies: "Vilco" (*Anadenanthera colubrina*) y "Ficus" (*Ficus benjamina*) son las especies más frecuentes, cada una con una frecuencia relativa del 18.38%. En contraste, "Fresno americano" (*Fraxinus americana*), "Pino araucaria" (*Araucaria heterophylla*), "Palmera" (*Washingtonia robusta*), "Cactus" (*Cactaceae*) y "Ficus Chiflera" (*Ficus Benjamina*) son las menos frecuentes, cada una con una frecuencia relativa de solo 0.85%.

Distribución del diámetro del tronco: La mayoría de las especies tienen un diámetro promedio de tronco de alrededor de 15 a 25 cm. Esto indica que la mayoría de los árboles en el estudio son de tamaño medio a grande.

Distribución de la clase diametral: La mayoría de los árboles caen en la Clase 1 (<15 cm) y la Clase 2 (15-30 cm), con menos árboles en las Clases 3 y 4 (30-45 cm y 45-60 cm, respectivamente), y muy pocos o ninguno en la Clase 5 (60< cm). Esto sugiere que hay muchos árboles jóvenes o de tamaño medio, pero menos árboles maduros o grandes.

Diversidad de especies: La diversidad de especies parece ser bastante alta, con una variedad de diferentes especies de árboles presentes.

En resumen, los datos sugieren una población de árboles de diferentes especies, principalmente jóvenes o de tamaño mediano, con "Vilco" (*Anadenanthera colubrina*) y "Ficus" (*Ficus benjamina*) como las especies más comunes.

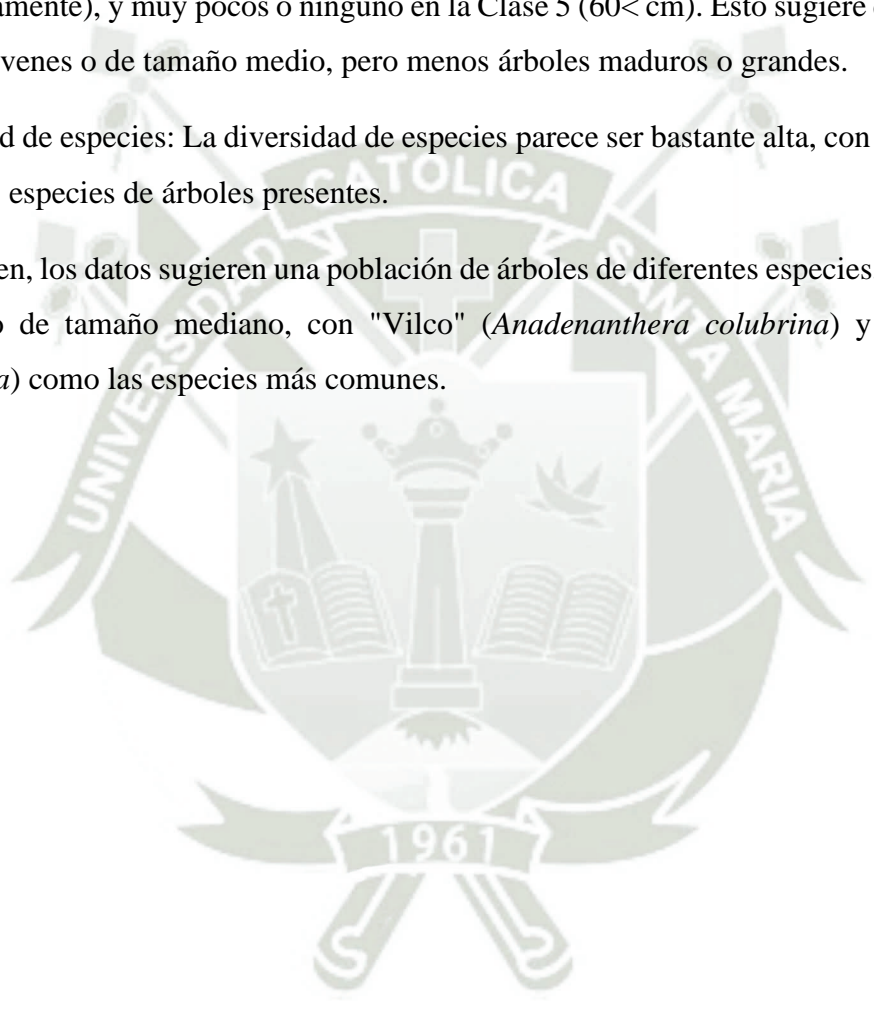


Tabla 26. Estructura composición clases diametrales en el sector I

Especies	Promedio del diámetro del tronco (cm)	Cantidad Ejemplares por clase diametral					Cantidad Total	Frecuencia relativa
		Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<		
Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	16	159	200	10	0	0	369	75.54%
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	16	2	18	0	0	0	20	3.91%
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	25	1	15	1	0	0	17	3.33%
Mora ( <i>Morus nigra</i> )	14	6	0	0	0	0	6	1.17%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	19	2	15	0	0	0	17	3.33%
Jacaranda ( <i>Jacaranda</i> )	18	3	5	0	0	0	8	1.57%

<i>mimosifolia</i> )								
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	30	2	35	4	0	0	41	8.02%
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	15	4	0	0	0	0	4	0.78%
Ficus Chiflera ( <i>Ficus Benjamina</i> )	17	1	2	0	0	0	3	0.59%
Fresno Común ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	19	5	18	0	0	0	23	4.50%
Alamo ( <i>Populus nigra var. italyca</i> )	21	0	2	0	0	0	2	0.39%
Yuca ornamental ( <i>Yucca gigantea</i> )	18	0	1	0	0	0	1	0.20%

<b>Totales</b>	511	100.00%
----------------	-----	---------

La tabla 47 expone los siguientes resultados:

**Dominancia de especies:** La especie dominante es el Mioporo (*Myoporum laetum*), que representa el 75.54% de todos los árboles. Esta especie tiene un diámetro promedio de tronco de 16 cm.

**Distribución del diámetro del tronco:** La mayoría de las especies tienen un diámetro promedio de tronco que oscila entre 14 y 25 cm. Esto sugiere que la mayoría de los árboles son de tamaño medio.

**Diversidad de especies:** Hay varias especies presentes, lo que indica una buena diversidad de especies. Sin embargo, la mayoría de las especies están representadas por un número relativamente pequeño de árboles.

**Clasificación por tamaño:** La mayoría de los árboles pertenecen a la clase 1 (<15 cm) y la clase 2 (15-30 cm). Esto indica que la mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño medio. Hay muy pocos árboles en las clases de mayor tamaño.

**Especies poco comunes:** Algunas especies como la Mora (*Morus nigra*), Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), Sauce (*Salix humboldtiana*), Ficus Chiflera (*Ficus Benjamina*), Alamo (*Populus nigra* var. *italyca*) y Yuca ornamental (*Yucca gigantea*) tienen una presencia muy baja, con menos del 2% de la frecuencia relativa cada una.

En conclusión, aunque hay una diversidad de especies de árboles, la población está dominada por el Mioporo (*Myoporum laetum*). Además, la mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño medio.

*Tabla 27. Estructura composición clases diametrales en el Sector 2*

Especies	Promedio del diámetro del tronco (cm)	Cantidad Ejemplares por clase diametral					Cantidad Total	Frecuencia relativa
		Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<		
Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	16	23	279	0	0	0	302	29.12%
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	16	58	250	0	0	0	308	29.70%
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	25	1	3	0	0	0	4	0.39%
Mora ( <i>Morus nigra</i> )	14	170	8	0	0	0	178	17.16%
Huaranhuay ( <i>Tecoma sambucifolia</i> )	18	0	8	0	0	0	8	0.77%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	19	6	39	0	0	0	44	4.24%

Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> )	18	2	14	0	0	0	16	1.54%
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	18	0	1	0	0	0	1	0.10%
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	30	2	3	15	0	0	20	1.93%
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	15	27	2	0	0	0	29	2.80%
Fresno Común ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	19	4	26	0	0	0	30	2.89%
Pino ( <i>Pinus patula</i> )	23	0	3	0	0	0	3	0.29%
Pino ( <i>Pinus radiata</i> )	21	0	2	0	0	0	2	0.19%

Quillay ( <i>Paraserianthes lophanta</i> )	19	6	34	0	0	0	40	3.86%	
Acacia ( <i>Acacia saligna</i> )	18	9	34	0	0	0	43	4.15%	
Grevilea, roble australiano ( <i>Grevillea robusta</i> )	20	0	9	0	0	0	9	0.87%	
							<b>Totales</b>	1037	100.00%

La tabla 48 expone los siguientes resultados:

**Dominancia de especies:** Las especies dominantes son el Mioporo (*Myoporum laetum*) y el Molle (*Schinus molle*), que juntos representan el 58.82% de todos los árboles. Ambas especies tienen un diámetro promedio de tronco de 16 cm.

**Distribución del diámetro del tronco:** La mayoría de las especies tienen un diámetro promedio de tronco que oscila entre 14 y 30 cm. Esto sugiere que la mayoría de los árboles son de tamaño mediano.

**Diversidad de especies:** Hay una diversidad considerable de especies presentes en la muestra, aunque la mayoría de las especies están representadas por un número relativamente pequeño de árboles.

Clasificación por tamaño: La mayoría de los árboles pertenecen a la clase 1 (<15 cm) y la clase 2 (15-30 cm), lo que indica que la mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano. Hay pocos árboles en las clases de mayor tamaño.

Especies poco comunes: Algunas especies, como la Casuarina (*Casuarina equisetifolia*), el Huaranhuay (*Tecoma sambucifolia*), el Pino araucaria (*Araucaria heterophylla*), y los dos tipos de Pino (*Pinus patula* y *Pinus radiata*) tienen una presencia muy baja, con menos del 1% de la frecuencia relativa cada una.

En conclusión, aunque hay una considerable diversidad de especies de árboles, la población está dominada por el Mioporo (*Myoporum laetum*) y el Molle (*Schinus molle*). Además, la mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano.

Tabla 28. Estructura composición clases diametrales en el Sector 3

Especies	Promedio del diámetro del tronco (cm)	Cantidad Ejemplares por clase diametral					Cantidad Total	Frecuencia relativa
		Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<		
Mora ( <i>Morus alba</i> )	14	113	7	0	0	0	120	28.09%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	19	18	122	9	0	0	149	34.89%
Jacaranda ( <i>Jacaranda</i> )	18	3	0	0	0	0	3	0.81%

<i>mimosifolia</i> )								
Tipa ( <i>Tipuana tipu</i> )	21	2	143	9	0	0	154	36.12%
<b>Totales</b>							427	100%

De la tabla 49 se puede decir lo siguiente:

Dominancia de especies: Las especies dominantes son el Fresno americano (*Fraxinus americana*) y la Tipa (*Tipuana tipu*), que juntos representan el 71.01% de todos los árboles.

Distribución del diámetro del tronco: La mayoría de las especies tienen un diámetro promedio de tronco que oscila entre 14 y 21 cm. Esto sugiere que la mayoría de los árboles son de tamaño mediano.

Clasificación por tamaño: La mayoría de los árboles pertenecen a la clase 1 (<15 cm) y la clase 2 (15-30 cm), lo que indica que la mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano. Aunque es interesante notar que la Tipa y el Fresno americano tienen un número considerable de ejemplares en la clase 3 (30-45 cm), lo que puede indicar una población más madura de estos árboles.

Especies poco comunes: La Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) tiene una presencia muy baja, con solo el 0.81% de la frecuencia relativa.

Ausencia de árboles grandes: Ninguno de los árboles en la muestra se encuentra en las clases de diámetro más grandes (45-60 cm y 60< cm). Esto puede indicar que la población de árboles es relativamente joven o que los árboles más grandes han sido eliminados.

En conclusión, aunque hay una variedad limitada de especies de árboles, la población está dominada por el Fresno americano (*Fraxinus americana*) y la Tipa (*Tipuana tipu*). Además, la mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano, aunque hay una cantidad significativa de Tipas y Fresnos americanos que caen en la clase 3 de diámetro, indicando una población de árboles más madura.

Tabla 29. Estructura composición clases diametrales en el Sector 4

Especies	Promedio del diámetro del tronco (cm)	Cantidad Ejemplares por clase diametral					Cantidad Total	Frecuencia relativa
		Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<		
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	16	0	1	0	0	0	1	0.2%
Mora ( <i>Morus alba</i> )	14	62	7	0	0	0	69	19.65%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	19	8	27	0	0	0	39	11.20%
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	18	0	6	0	0	0	6	1.71%
Vilco	30	6	28	144	0	0	178	50.57%

<i>(Anadenanthera colubrina)</i>								
Tabaco <i>(Nicotiana glauca)</i>	21	0	2	0	0	0	2	0.5%
Chilca <i>(Baccharis latifolia)</i>	17	9	48	0	0	0	57	16.17%
<b>Totales</b>							352	100%

De la tabla 50 se puede decir lo siguiente:

Dominancia de especies: La especie más dominante es Vilco (*Anadenanthera colubrina*), que representa el 50.57% del total de árboles. Además, Mora (*Morus alba*) y Chilca (*Baccharis latifolia*) también tienen una presencia significativa, con un 19.65% y un 16.17% respectivamente.

Distribución del diámetro del tronco: El diámetro promedio del tronco de las diferentes especies oscila entre 14 y 30 cm. Esto sugiere una

diversidad de edades y tamaños en la población de árboles.

Clasificación por tamaño: La mayoría de los árboles están en la clase 1 (<15 cm) y clase 2 (15-30 cm), lo que indica que la mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano. Sin embargo, es notable que Vilco (*Anadenanthera colubrina*) tiene un número considerable de ejemplares en la clase 3 (30-45 cm), lo que sugiere una población más madura de esta especie.

Especies poco comunes: Las especies Molle (*Schinus molle*), Pino araucaria (*Araucaria heterophylla*) y Tabaco (*Nicotiana glauca*) tienen una baja frecuencia relativa, representando menos del 2% cada una.

Ausencia de árboles grandes: No hay árboles en las clases de diámetro más grandes (45-60 cm y 60< cm). Esto puede indicar que la población de árboles es relativamente joven o que los árboles más grandes han sido eliminados.

En resumen, aunque la diversidad de especies es evidente, la población de árboles está dominada por Vilco (*Anadenanthera colubrina*), Mora (*Morus alba*) y Chilca (*Baccharis latifolia*). La mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano, aunque hay una población considerablemente madura de Vilco.

Tabla 30. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 0

Especie	Cantidad total	Frecuencia relativa	Frecuencia por clase diametral					Frecuencia por clase diametral ponderada				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	119	11.54%	21.01%	71.43%	7.56%	0.00%	0.00%	2.43%	8.27%	0.88%	0.00%	0.00%
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	79	7.69%	24.05%	63.29%	12.66%	0.00%	0.00%	1.85%	4.86%	0.97%	0.00%	0.00%
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	79	7.69%	15.19%	84.81%	0.00%	0.00%	0.00%	1.17%	6.52%	0.00%	0.00%	0.00%
Mora ( <i>Morus alba</i> )	110	10.69%	80.91%	11.82%	7.27%	0.00%	0.00%	8.66%	1.26%	0.78%	0.00%	0.00%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	87	0.85%	20.69%	79.31%	0.00%	0.00%	0.00%	1.75%	6.71%	0.00%	0.00%	0.00%
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	9	0.85%	11.11%	88.89%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.78%	0.00%	0.00%	0.00%
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	149	18.38%	20.13%	60.40%	12.75%	3.36%	0.00%	2.92%	8.75%	1.85%	0.49%	0.00%

Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	79	7.69%	84.81%	15.19%	0.00%	0.00%	0.00%	6.52%	1.17%	0.00%	0.00%	0.00%
Ficus ( <i>Ficus Benjamina</i> )	149	18.38%	23.49%	70.47%	5.37%	0.00%	0.00%	3.40%	10.21%	0.78%	0.00%	0.00%
Palmera ( <i>Washingtonia robusta</i> )	9	0.85%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.88%	0.00%	0.00%	0.00%
Cactus ( <i>Cactaceae</i> )	9	0.85%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.88%	00.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ficus Chiflera ( <i>Ficus Benjamina</i> )	9	0.85%	33.33%	66.67	0.00%	0.00%	0.00%	0.29%	0.58%	0.00%	0.00%	0.00%
Fresno Común ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	141	13.69%	8.51	90.78%	0.71%	0.00%	0.00%	1.17%	12.45%	0.10%	0.00%	0.00%
<b>Total</b>	1028	100.00%						31.13%	62.45%	5.35%	0.49%	0.00%

De la tabla 51 se puede decir lo siguiente:

Dominancia de especies: Vilco (*Anadenanthera colubrina*) y Ficus (Ficus Benjamina) son las especies más dominantes, cada una representando el 18.38% del total de árboles. Fresno Común (*Fraxinus excelsior*) también tiene una presencia significativa, con un 13.69% del total de árboles.

Frecuencia por clase diametral: La mayoría de los árboles se encuentran en las clases diametrales 1 y 2, lo que indica que son jóvenes o de tamaño mediano. Algunas especies, como Mora (*Morus alba*) y Sauce (*Salix humboldtiana*), tienen una gran mayoría de sus ejemplares en la clase 1 (<15 cm de diámetro del tronco). Vilco (*Anadenanthera colubrina*) y Ficus (*Ficus Benjamina*) tienen una distribución más balanceada entre las clases 1 y 2.

Ausencia de árboles grandes: No hay árboles en la clase de diámetro más grande (clase 5), y solo Vilco (*Anadenanthera colubrina*) tiene árboles en la clase 4 (45-60 cm de diámetro del tronco).

Especies poco comunes: Hay varias especies, incluyendo Fresno americano (*Fraxinus americana*), Pino araucaria (*Araucaria heterophylla*), Palmera (*Washingtonia robusta*), Cactus (*Cactaceae*) y Ficus Chiflera (*Ficus Benjamina*) que tienen una frecuencia relativa baja, cada una representando menos del 1% del total de árboles.

En resumen, la población de árboles está dominada por Vilco, Ficus y Fresno Común. La mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano, y hay pocas especies con árboles más grandes. Hay una diversidad de especies, pero varias de ellas tienen una frecuencia muy baja.

Tabla 31. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector I

Especie	Cantidad total	Frecuencia relativa	Frecuencia por clase diametral					Frecuencia por clase diametral ponderada						
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		

Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	369	75.54%	43.09%	54.20%	2.71%	0.00%	0.00%	31.12%	39.14%	1.96%	0.00%	0.00%
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	20	3.91%	10.00%	90.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.39%	3.52%	0.00%	0.00%	0.00%
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	17	3.33%	5.88%	88.24%	5.88%	0.00%	0.00%	0.20%	2.94%	0.20%	0.00%	0.00%
Mora ( <i>Morus nigra</i> )	6	1.17%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	17	3.33%	11.76%	88.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.39%	2.94%	0.00%	0.00%	0.00%
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> )	8	1.57%	37.50%	62.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.59%	0.98%	0.00%	0.00%	0.00%
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	41	8.02%	4.88%	85.37%	9.76%	0.00%	0.00%	0.39%	6.85%	0.78%	0.00%	0.00%
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	4	0.78%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ficus Chiflera	3	0.59%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.39%	0.00%	0.00%	0.00%

<i>(Ficus Benjamina)</i>												
Fresno Común <i>(Fraxinus excelsior)</i>	23	4.50%	21.74%	78.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.98%	3.52%	0.00%	0.00%	0.00%
Alamo <i>(Populus nigra var. italyca)</i>	2	0.39%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.39%	0.00%	0.00%	0.00%
Yuca ornamental <i>(Yucca gigantea)</i>	1	0.20%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Total</b>	511	100.00%						36.20%	60.86%	2.94%	0.00%	0.00%

De la tabla 52 se extrae la siguiente información:

Dominancia de especies: Mioporo (*Myoporum laetum*) es la especie dominante en la muestra, representando el 75.54% del total. No hay otra especie que se acerque en términos de frecuencia relativa.

Frecuencia por clase diametral: La mayoría de las especies de árboles se encuentran en las clases diametrales 1 y 2, lo que sugiere que son jóvenes o de tamaño mediano. Algunas especies, como Mora (*Morus nigra*) y Sauce (*Salix humboldtiana*), tienen todos sus ejemplares en la clase 1 (diámetro de tronco <15 cm), mientras que otras, como Molle (*Schinus molle*) y Alamo (*Populus nigra var. italyca*), tienen todos sus ejemplares en la clase 2 (15-30 cm de diámetro de tronco).

Ausencia de árboles grandes: No hay árboles en la clase de diámetro más grande (clase 5, >60 cm), y sólo tres especies, Mioporo (*Myoporum laetum*), Casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y Vilco (*Anadenanthera colubrina*), tienen ejemplares en la clase 3 (30-45 cm de diámetro de tronco).

Especies poco comunes: Varias especies, como Mora (*Morus nigra*), Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), Sauce (*Salix humboldtiana*), Ficus Chiflera (*Ficus Benjamina*), Alamo (*Populus nigra var. italyca*) y Yuca ornamental (*Yucca gigantea*), tienen una frecuencia relativa muy baja, cada una representando menos del 2% del total de árboles.

En resumen, la población de árboles está fuertemente dominada por Mioporo. La mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano, y hay pocas especies con árboles más grandes. Hay una diversidad de especies, pero varias de ellas tienen una frecuencia muy baja.

Tabla N°53: Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 2

Tabla 32. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 2

Especie	Cantidad total	Frecuencia relativa	Frecuencia por clase diametral					Frecuencia por clase diametral ponderada				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	302	29.12%	7.62%	92.38%	0.00%	0.00%	0.00%	2.22 %	26.90 %	0.00%	0.00 %	0.00%
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	308	29.70%	18.83%	81.17%	0.00%	0.00%	0.00%	5.59 %	24.11 %	0.00%	0.00 %	0.00%
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	4	0.39%	25.00%	75.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10 %	0.29 %	0.00%	0.00 %	0.00%
Mora ( <i>Morus nigra</i> )	178	17.16%	95.51%	4.40%	0.00%	0.00%	0.00%	16.39 %	0.77 %	0.00%	0.00 %	0.00%
Huaranhuay ( <i>Tecoma sambucifolia</i> )	8	0.77%	0.00%	100.00 %	0.00%	0.00%	0.00%	0.00 %	0.77 %	0.00%	0.00 %	0.00%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	44	4.24%	13.64%	88.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.58 %	3.76 %	0.00%	0.00 %	0.00%
Jacaranda ( <i>Jacaranda</i> )	16	1.54%	12.50%	87.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.19	1.35	0.00%	0.00	0.00%

<i>mimosifolia</i>								%	%		%	
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	1	0.10%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	20	1.93%	10.00%	15.00%	75.00%	0.00%	0.00%	0.19%	0.29%	1.45%	0.00%	0.00%
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	29	2.80%	93.10%	6.90%	0.00%	0.00%	0.00%	2.60%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%
Fresno Común ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	30	2.89%	13.33%	86.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.39%	2.51%	0.00%	0.00%	0.00%
Pino ( <i>Pinus patula</i> )	3	0.29%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.29%	0.00%	0.00%	0.00%
Pino ( <i>Pinus radiata</i> )	2	0.19%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%
Quillay ( <i>Paraserianthes lophanta</i> )	40	3.86%	15.00%	85.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.58%	3.28%	0.00%	0.00%	0.00%
Acacia	43	4.15%	20.93%	79.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.87	2.38	0.00%	0.00	0.00%

( <i>Acacia saligna</i> )								%	%		%	
Grevilea, roble australiano ( <i>Grevillea robusta</i> )	9	0.87%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.87%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Total</b>	1037	100.00%						29.70%	68.95%	1.45%	0.00%	0.00%

De la tabla 53 se puede extraer la siguiente información:

Distribución de especies: Las dos especies más comunes son Mioporo (*Myoporum laetum*) y Molle (*Schinus molle*), cada una representando aproximadamente el 29% del total. La Mora (*Morus nigra*) también es bastante común, representando aproximadamente el 17% del total.

Frecuencia por clase diametral: La mayoría de los árboles en todas las especies se encuentran en la clase diametral 2, que probablemente represente a árboles jóvenes a medianos. Ninguna especie tiene árboles en las clases diametrales 4 o 5, lo que sugiere que no hay árboles muy grandes en la muestra. Sin embargo, la Mora (*Morus nigra*) y Sauce (*Salix humboldtiana*) tienen una gran mayoría de sus árboles en la clase 1, lo que sugiere que son predominantemente jóvenes.

Frecuencia por clase diametral ponderada: Las especies que más contribuyen a la clase diametral 1 son Mora y Sauce, mientras que Mioporo y Molle contribuyen principalmente a la clase diametral 2. Vilco es la única especie con una presencia significativa en la clase diametral 3.

Especies poco comunes: Varias especies, como Casuarina, Huaranhuay, Pino araucaria, Pino (*Pinus patula*), Pino (*Pinus radiata*) y Grevilea, tienen una frecuencia relativa muy baja, cada una representando menos del 1% del total de árboles.

En resumen, la población de árboles está dominada por Mioporo, Molle y Mora. La mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano, y solo una especie (Vilco) tiene árboles más grandes. Aunque hay una variedad de especies presentes, muchas de ellas son raras.

Tabla 33. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 3

Especie	Cantidad total	Frecuencia relativa	Frecuencia por clase diametral					Frecuencia por clase diametral ponderada				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mora ( <i>Morus alba</i> )	120	28.09%	94.17 %	5.83%	0.00%	0.00%	0.00 %	26.53 %	1.64 %	0.00%	0.00 %	0.00%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	149	34.89%	12.08 %	81.88%	6.04%	0.00%	0.00 %	4.23%	28.64 %	2.11%	0.00 %	0.00%
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> )	3	0.81%	100.00 %	0.00%	0.00%	0.00%	0.00 %	0.70%	0.00 %	0.00%	0.00 %	0.00%
Tipa ( <i>Tipuana tipu</i> )	154	36.12%	1.30%	92.86%	5.84%	0.00%	0.00 %	0.47%	33.57 %	2.11%	0.00 %	0.00%
<b>Total</b>	426	100%						31.92 %	63.85 %	4.23%	0.00 %	0.00%

De la tabla 54 se puede extraer la siguiente información:

Distribución de las especies: La especie más común es la Tipa (*Tipuana tipu*), que representa el 36.12% del total de árboles, seguida muy de cerca por el Fresno americano (*Fraxinus americana*) con el 34.89%. La Mora (*Morus alba*) también es bastante común, representando el 28.09%. La Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), en cambio, es bastante rara, representando solo el 0.81% del total de árboles.

Frecuencia por clase diametral: En todas las especies, la mayoría de los árboles se encuentran en la clase diametral 1 o 2, lo que podría indicar que son árboles jóvenes o de edad media. El Fresno americano y la Tipa tienen una pequeña proporción de árboles en la clase diametral 3, mientras que la Mora y la Jacaranda no tienen árboles en esta clase diametral.

Frecuencia por clase diametral ponderada: La Mora contribuye en su mayoría a la clase diametral 1, mientras que el Fresno americano y la Tipa contribuyen principalmente a la clase diametral 2. El Fresno americano y la Tipa también son las únicas especies que contribuyen a la clase diametral 3.

En resumen, el Fresno americano y la Tipa son las especies más comunes, y la mayoría de los árboles son jóvenes o de tamaño mediano. Solo un par de especies tienen árboles de mayor tamaño. La Jacaranda es una especie rara en esta muestra.

Tabla 34. Cálculo composición etaria por clases diametrales ponderadas por frecuencia de especies en el Sector 4

Especie	Cantidad total	Frecuencia relativa	Frecuencia por clase diametral					Frecuencia por clase diametral ponderada				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	1	0.2%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%	0.00%	0.00%	0.00%

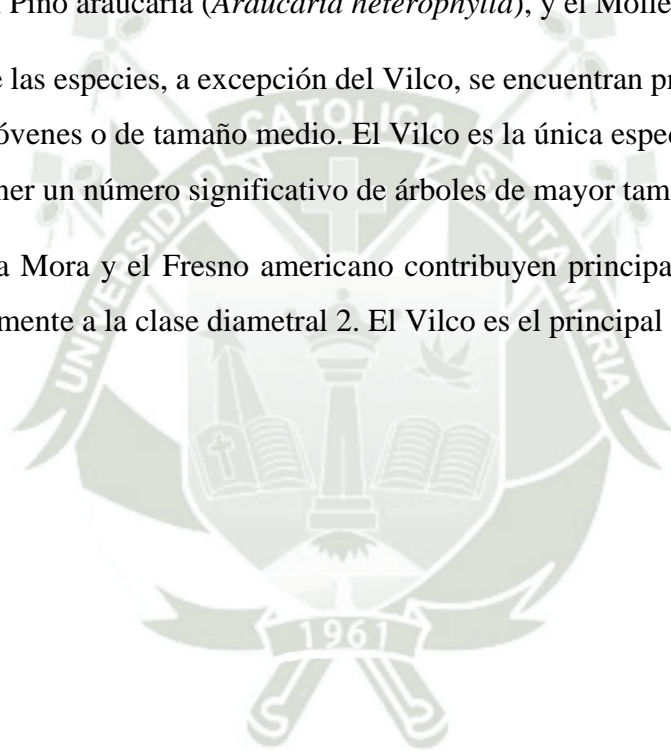
Mora ( <i>Morus alba</i> )	69	19.65%	89.86 %	10.14%	0.00%	0.00%	0.00 %	17.61%	1.99 %	0.00%	0.00%	0.00%
Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	39	11.20%	20.51 %	69.23%	0.00%	0.00%	0.00 %	2.27%	7.67 %	0.00%	0.00%	0.00%
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	6	1.71%	0.00%	100.00 %	0.00%	0.00%	0.00 %	0.00%	1.70 %	0.00%	0.00%	0.00%
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	178	50.57%	3.37%	15.73%	80.90 %	0.00%	0.00 %	1.70%	7.95 %	40.91 %	0.00%	0.00%
Tabaco ( <i>Nicotiana glauca</i> )	2	0.5%	0.00%	100.00 %	0.00%	0.00%	0.00 %	0.00%	0.57 %	0.00%	0.00%	0.00%
Chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> )	57	16.17%	15.79 %	84.21%	0.00%	0.00%	0.00 %	2.36%	13.64 %	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Total</b>	351	100%						24.15%	33.81 %	40.91 %	0.00%	0.00%

De la tabla 55 se puede extraer la siguiente información:

Distribución de especies: La especie más común es el Vilco (*Anadenanthera colubrina*), que representa el 50.57% del total. La Chilca (*Baccharis latifolia*) y la Mora (*Morus alba*) también son bastante comunes, representando el 16.17% y el 19.65% respectivamente. Las especies menos comunes son el Tabaco (*Nicotiana glauca*), el Pino araucaria (*Araucaria heterophylla*), y el Molle (*Schinus molle*).

Frecuencia por clase diametral: La mayoría de las especies, a excepción del Vilco, se encuentran predominantemente en las clases diametrales 1 y 2, lo que podría indicar que son árboles más jóvenes o de tamaño medio. El Vilco es la única especie con una notable proporción de árboles en la clase diametral 3, lo que sugiere que puede tener un número significativo de árboles de mayor tamaño.

Frecuencia por clase diametral ponderada: La Mora y el Fresno americano contribuyen principalmente a la clase diametral 1, mientras que la mayoría de las especies contribuyen principalmente a la clase diametral 2. El Vilco es el principal contribuyente a la clase diametral 3.



En resumen, la mayoría de los árboles son de especies de Vilco, Mora, y Chilca, y en su mayoría son árboles jóvenes o de tamaño medio. Sin embargo, el Vilco es notable porque tiene una considerable cantidad de árboles de mayor tamaño en la clase diametral 3.

Tabla 35. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 0

	Clase Diametral en Cm				
Valores	Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<
Óptimo	40%	30%	10%	10%	10%
Real	31.13%	62.45%	5.35%	0.49%	0.00%
Diferencias	8.87%	-32.45%	4.65%	9.51%	10.00%

La tabla 56 se explica de la siguiente forma:

Desviación del óptimo: La distribución real de las clases diametrales se desvía considerablemente de la distribución óptima. En la realidad, hay menos árboles en la Clase 1 y más árboles en la Clase 2 que lo que se considera óptimo. Las Clases 3, 4 y 5 están todas por debajo de la proporción óptima.

Preponderancia de árboles jóvenes o de tamaño mediano: La mayoría de los árboles (más del 90%) están en las Clases 1 y 2, lo que indica que la mayoría de los árboles son relativamente jóvenes o de tamaño mediano.

Falta de árboles grandes: Las Clases 4 y 5, que representan a los árboles más grandes, están casi vacías en la realidad. Especialmente la Clase 5 que está completamente vacía en la distribución real, lo que indica una falta de árboles muy grandes.

Estos hallazgos podrían ser útiles para informar las decisiones de manejo forestal, como la necesidad de proteger y promover el crecimiento de los árboles más grandes, o para entender las tendencias en el crecimiento y desarrollo del bosque.

Tabla 36. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 1

	<b>Clase Diametral en Cm</b>				
<b>Valores</b>	Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<
<b>Óptimo</b>	40%	30%	10%	10%	10%
<b>Real</b>	36.20%	60.86%	2.94%	0.00%	0.00%
<b>Diferencias</b>	3.80%	-30.86%	7.06%	10.00%	10.00%

La tabla 57 se explica de la siguiente forma

La tabla está mostrando la diferencia entre la distribución óptima y la distribución real de las clases diametrales en un conjunto de árboles o bosque.

Las clases diametrales son una manera de agrupar los árboles según el diámetro de su tronco.

A partir de los datos proporcionados en la tabla, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Desviación del óptimo: La distribución real de las clases diametrales difiere bastante de la distribución óptima. En la realidad, hay menos árboles en la Clase 1 y muchos más árboles en la Clase 2 que lo que sería óptimo. Las Clases 3, 4 y 5 están todas por debajo de la proporción óptima, con las Clases 4 y 5 totalmente vacías en la realidad.

Preponderancia de árboles pequeños y medianos: La gran mayoría de los árboles (más del 95%) están en las Clases 1 y 2, lo que indica que la mayoría de los árboles son relativamente jóvenes o de tamaño medio.

Falta de árboles grandes y muy grandes: Las Clases 4 y 5, que representan a los árboles más grandes, están completamente ausentes en la distribución real, lo que indica una falta total de árboles grandes y muy grandes.

Estas conclusiones pueden ser útiles para tomar decisiones en cuanto a la gestión forestal, por ejemplo, identificando la necesidad de proteger y fomentar el crecimiento de los árboles más grandes, o para entender las tendencias en el crecimiento y desarrollo del bosque o conjunto de árboles.

Tabla 37. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 2

	<b>Clase Diametral en Cm</b>				
<b>Valores</b>	Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<
<b>Óptimo</b>	40%	30%	10%	10%	10%
<b>Real</b>	29.70%	68.95%	1.45%	0.00%	0.00%
<b>Diferencias</b>	10.30%	-38.95%	8.55%	10.00%	10.00%

Los resultados de la tabla 58 se explican de la siguiente forma

Esta tabla presenta la comparación entre la distribución óptima y la distribución real de las clases diametrales en un conjunto de árboles o en un bosque. Las clases diametrales se refieren a los grupos de árboles definidos por el diámetro de su tronco.

Basándose en los datos proporcionados en la tabla, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

Desviación del óptimo: La distribución real de las clases diametrales difiere significativamente de la distribución óptima. En realidad, hay menos árboles en la Clase 1 y muchos más en la Clase 2 de lo que sería óptimo. Las Clases 3, 4 y 5 están todas por debajo de la proporción óptima, con las Clases 4 y 5 completamente ausentes en la realidad.

Predominio de árboles pequeños y medianos: La mayoría de los árboles (más del 95%) pertenecen a las Clases 1 y 2, lo que indica que la mayoría de los árboles son relativamente jóvenes o de tamaño medio.

Ausencia de árboles grandes y muy grandes: Las Clases 4 y 5, que representan a los árboles más grandes, están completamente ausentes en la distribución real. Esto indica que no hay árboles grandes o muy grandes en el conjunto o bosque evaluado.

Estas conclusiones pueden servir para tomar decisiones sobre la gestión forestal. Por ejemplo, puede ser necesario proteger y promover el crecimiento de los árboles más grandes o plantar nuevos árboles para mejorar la distribución de las clases diametrales.

Tabla 38. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 3

Valores	Clase Diametral en Cm				
	Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<
<b>Óptimo</b>	40%	30%	10%	10%	10%
<b>Real</b>	31.92%	63.85%	4.23%	0.00%	0.00%
<b>Diferencias</b>	8.08%	-33.85%	5.77%	10.00%	10.00%

Los resultados de la tabla 59 se explican de la siguiente forma

Esta tabla compara el óptimo teórico de la distribución de clases diametrales en un bosque (o población de árboles) con la realidad observada. Las clases diametrales se dividen en cinco categorías (<15cm, 15-30cm, 30-45cm, 45-60cm, y >60cm), y el "óptimo" es el porcentaje ideal de árboles que deberían caer en cada categoría para mantener una población saludable y diversa.

Aquí hay algunas conclusiones que podrías sacar de esta tabla:

Los árboles en las clases de diámetro más pequeñas (menos de 15 cm) están subrepresentados en la población real en comparación con el óptimo teórico. Hay un 8.08% menos de lo que idealmente debería haber.

En contraste, los árboles en la segunda clase de diámetro (15-30 cm) están sobrerrepresentados en la población real, con un 33.85% más de lo que idealmente debería haber.

Los árboles de mayor diámetro (30-45 cm) también están subrepresentados, aunque en menor medida que los de menor diámetro. Hay un 5.77% menos de lo que idealmente debería haber.

No hay árboles en las clases de diámetro más grandes (45-60 cm y más de 60 cm) en la población real, lo que indica una falta de árboles grandes/maduros.

En conclusión, la distribución de las clases diametrales en la población real está sesgada hacia los árboles de diámetros más pequeños, particularmente aquellos en la clase 15-30 cm, mientras que los árboles de mayor diámetro están notablemente ausentes. Esto podría sugerir que la población de árboles no está tan saludable o diversa como podría ser idealmente, con una falta de árboles maduros/grandes.

Tabla 39. Diferencias entre valores óptimos y determinados en C.E. Sector 4

	Clase Diametral en Cm				
Valores	Clase 1 <15	Clase 2 15-30	Clase 3 30-45	Clase 4 45-60	Clase 5 60<
Óptimo	40%	30%	10%	10%	10%
Real	24.15%	33.81%	40.91%	0.00%	0.00%
Diferencias	15.85%	-3.81%	-30.91%	10.00%	10.00%

Los resultados de la tabla 60 se explican de la siguiente forma

Esta tabla compara las distribuciones ideales y reales de la clase diametral en centímetros para cierta población, probablemente árboles.

Clase 1 (<15 cm): Existe un exceso en la realidad, respecto a la condición óptima. La realidad presenta un 15.85% menos de lo óptimo, lo que indica que hay menos árboles pequeños de lo que debería haber.

Clase 2 (15-30 cm): La realidad está muy cercana al valor óptimo con una diferencia de -3.81%, es decir, hay ligeramente más árboles en este rango de lo que se considera óptimo. Clase 3 (30-45 cm): Hay una sobrepoblación de árboles en este rango, superando en un -30.91% al valor óptimo. Es decir, hay muchos más árboles en esta categoría de lo que se considera ideal.

Clase 4 (45-60 cm) y Clase 5 (60< cm): En estas dos clases no hay árboles en la realidad. La diferencia del 10.00% en cada una de ellas indica que debería haber árboles de estos tamaños para alcanzar la distribución óptima.

En conclusión, existe un desequilibrio entre la distribución óptima y real. Hay una sobrepoblación en la clase 3 y una escasez en las clases 1, 4 y 5. Para una gestión forestal efectiva, podría ser útil intervenir para ajustar estas diferencias, lo que podría implicar proteger o sembrar más árboles pequeños y grandes, y controlar el crecimiento o la población de los árboles en el rango de 30-45 cm.

## ADAPTABILIDAD

Tabla 40. Adaptabilidad de las especies empleadas en el arbolado viario al medio urbano

Espece	Tolera ncia a la Sequí a	Tolera ncia al Calor	Tolera ncia al Vient o	Longev idad	Toleranci a a la Contami nación	Susceptib ilidad a Plagas	Poten cial Alergé nico	Proyec ción de Sombr a	Requerim ientos de Manteni miento	Genera ción de Residu os	Persist encia del Follaje	Desarr ollo de Raíces	Valor de Adaptab ilidad al Medio
<b>Huaranhu ay (<i>Tecoma sambucif olia</i>)</b>	4	4	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	37
<b>Mora (<i>Morus alba</i>)</b>	4	4	4	2	3	2	2	4	3	3	1	3	35

<b>Gravilea (<i>Grevillea robusta</i>)</b>	4	4	4	3	4	5	4	4	2	5	1	4	45
<b>Vilco (<i>Anadenanthera colubrina</i>)</b>	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	32
<b>Pino araucaria (<i>Araucaria heterophylla</i>)</b>	2	3	3	4	2	2	5	3	3	3	1	1	29
<b>Tipa (<i>Tipuana tipu</i>)</b>	4	4	3	2	3	2	3	4	3	4	1	3	35

<b>Sauce</b> <i>(Salix humboldtiana)</i>	2	3	3	2	3	3	1	3	2	2	1	2	24
<b>Jacaranda</b> <i>(Jacaranda mimosifolia)</i>	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	1	3	35
<b>Molle</b> <i>(Schinus molle)</i>	4	4	4	3	4	4	4	4	2	5	1	4	44
<b>Casuarina</b> <i>(Casuarina)</i>	5	4	5	2	4	4	5	3	3	5	1	5	45

<b><i>equisetifolia</i></b>													
<b>Fresno americano (<i>Fraxinus americana</i>)</b>	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1	2	27
<b>Acacia (<i>Acacia saligna</i>)</b>	5	5	4	2	5	4	5	3	3	5	1	4	45
<b>Mioporo (<i>Myoporum laetum</i>)</b>	4	3	4	3	3	3	2	3	3	4	1	3	35

Los resultados de la tabla 61 se describen a continuación:

Esta tabla proporciona una serie de calificaciones para diferentes especies de árboles en varios aspectos que van desde la tolerancia a la sequía y al calor hasta la longevidad y los requerimientos de mantenimiento. También proporciona un "Valor de Adaptabilidad al Medio" para cada especie, que parece ser una suma o una combinación de las calificaciones en las otras categorías.



Huaranhuay (*Tecoma sambucifolia*)

Tolerancia a la Sequía: 4 - Este árbol tiene una alta tolerancia a la sequía, lo cual lo hace adecuado para climas áridos o regiones con agua limitada.

Tolerancia al Calor: 4 - Muestra una buena resistencia a temperaturas elevadas, lo que lo hace apto para climas cálidos.

Tolerancia al Viento: 3 - Moderadamente resistente al viento, no tan ideal para áreas con fuertes vientos, pero no especialmente frágil.

Longevidad: 3 - Tiene una vida útil estimada de entre 50 y 100 años en entornos urbanos, lo cual es moderado.

Tolerancia a la Contaminación: 3 - Tolerancia moderada a la contaminación, lo que significa que puede adaptarse a entornos urbanos, pero no es especialmente robusto en este aspecto.

Susceptibilidad a Plagas: 3 - Susceptibilidad moderada a plagas, lo que implica que puede requerir algún tratamiento, pero no es especialmente vulnerable.

Potencial Alergénico: 3 - Tiene un potencial alergénico moderado, por lo que no es especialmente problemático para las personas con alergias, pero tampoco es la mejor opción.

Proyección de Sombra: 2 - Ofrece una baja proyección de sombra, lo cual puede ser un inconveniente si se busca sombra significativa.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 - Requiere un nivel moderado de mantenimiento, incluyendo poda periódica y otros cuidados.

Generación de Residuos: 4 - Genera pocos residuos, lo que es beneficioso en entornos urbanos.

Persistencia del Follaje: 3 - Su follaje es semi-persistente, lo que significa que pierde algunas, pero no todas sus hojas en ciertas estaciones.

Desarrollo de Raíces: 3 - Raíces de tasa de crecimiento moderado que pueden generar daños moderados a infraestructuras cercanas.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 37

Mora (*Morus alba*)

Tolerancia a la Sequía: 4 - Al igual que Huaranhuay, la mora tiene una alta tolerancia a la sequía.

Tolerancia al Calor: 4 - También tolera bien el calor.

Tolerancia al Viento: 4 - Un poco más resistente al viento en comparación con Huaranhuay.

Longevidad: 2 - Tiene una vida útil más corta, de entre 30 a 50 años.

Tolerancia a la Contaminación: 3 - Tolerancia moderada a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 2 - Un poco más susceptible a plagas y enfermedades en comparación con Huaranhuay.

Potencial Alergénico: 2 - Más propenso a causar alergias.

Proyección de Sombra: 4 - Ofrece una buena proyección de sombra, mejor que Huaranhuay.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 - Mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 3 - Genera una cantidad moderada de residuos.

Persistencia del Follaje: 1 - Este árbol es de hoja caduca.

Desarrollo de Raíces: 3 - Similar a Huaranhuay en términos de desarrollo de raíces.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 35

#### Gravilea (*Grevillea robusta*)

Tolerancia a la Sequía: 4 - Alta tolerancia a la sequía, similar a las anteriores especies mencionadas.

Tolerancia al Calor: 4 - También resiste bien las altas temperaturas.

Tolerancia al Viento: 4 - Resistente al viento, lo que lo hace adecuado para áreas ventosas.

Longevidad: 3 - Vida útil moderada, entre 50 y 100 años.

Tolerancia a la Contaminación: 4 - Mayor tolerancia a la contaminación que las anteriores especies.

Susceptibilidad a Plagas: 5 - Baja susceptibilidad a plagas, lo cual es un aspecto muy positivo.

Potencial Alergénico: 4 - Bajo potencial como alergénico.

Proyección de Sombra: 4 - Ofrece una buena proyección de sombra.

Requerimientos de Mantenimiento: 2 - Requiere menos mantenimiento que las especies anteriores.

Generación de Residuos: 5 - Genera muy pocos residuos, lo cual es ideal para entornos urbanos.

Persistencia del Follaje: 1 - Es de hoja caduca.

Desarrollo de Raíces: 4 - Sus raíces presentan un menor riesgo de daño a infraestructuras.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 45

#### Vilco (*Anadenanthera colubrina*)

Tolerancia a la Sequía: 3 - Moderada tolerancia a la sequía.

Tolerancia al Calor: 3 - También tiene una tolerancia moderada al calor.

Tolerancia al Viento: 3 - Tolerancia moderada al viento.

Longevidad: 3 - Vida útil de entre 50 y 100 años.

Tolerancia a la Contaminación: 2 - Menor tolerancia a la contaminación comparado con las anteriores especies.

Susceptibilidad a Plagas: 3 - Susceptibilidad moderada a plagas.

Potencial Alergénico: 2 - Mayor potencial alergénico.

Proyección de Sombra: 3 - Ofrece una proyección de sombra moderada.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 - Mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 3 - Genera una cantidad moderada de residuos.

Persistencia del Follaje: 3 - Follaje semi-persistente.

Desarrollo de Raíces: 3 - Raíces de tasa de crecimiento moderado que generan daños moderados.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 32

Pino araucaria (*Araucaria heterophylla*)

Tolerancia a la Sequía: 2 - Baja tolerancia a la sequía.

Tolerancia al Calor: 3 - Tolerancia moderada al calor.

Tolerancia al Viento: 3 - Tolerancia moderada al viento.

Longevidad: 4 - Vida útil moderada a larga, entre 100 y 150 años.

Tolerancia a la Contaminación: 2 - Baja tolerancia a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 2 - Alta susceptibilidad a plagas, con dificultoso control.

Potencial Alergénico: 5 - Bajo potencial como alergénico.

Proyección de Sombra: 3 - Proyección de sombra moderada.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 - Requiere un nivel de mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 3 - Genera una cantidad moderada de residuos.

Persistencia del Follaje: 1 - Es de hoja perenne, por lo que mantiene su follaje todo el año.

Desarrollo de Raíces: 1 - Raíces de alta tasa de crecimiento que pueden generar daños importantes.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 29

Tipa (*Tipuana tipu*)

Tolerancia a la Sequía: 4 - Alta tolerancia a la sequía.

Tolerancia al Calor: 4 - Alta tolerancia al calor.

Tolerancia al Viento: 3 - Tolerancia moderada al viento.

Longevidad: 2 - Vida corta, entre 30 y 50 años.

Tolerancia a la Contaminación: 3 - Tolerancia moderada a la contaminación.  
Susceptibilidad a Plagas: 2 - Alta susceptibilidad a plagas, difícil de controlar.  
Potencial Alergénico: 3 - Potencial alergénico moderado.  
Proyección de Sombra: 4 - Buena proyección de sombra.  
Requerimientos de Mantenimiento: 3 - Mantenimiento moderado.  
Generación de Residuos: 4 - Genera pocos residuos.  
Persistencia del Follaje: 1 - Es de hoja perenne.  
Desarrollo de Raíces: 3 - Raíces de tasa de crecimiento moderado que generan daños moderados.  
Valor de Adaptabilidad al Medio: 35

Sauce (*Salix humboldtiana*)

Tolerancia a la Sequía: 2 - Baja tolerancia a la sequía.  
Tolerancia al Calor: 3 - Tolerancia moderada al calor.  
Tolerancia al Viento: 3 - Tolerancia moderada al viento.  
Longevidad: 2 - Vida corta, entre 30 y 50 años.  
Tolerancia a la Contaminación: 3 - Tolerancia moderada a la contaminación.  
Susceptibilidad a Plagas: 3 - Susceptibilidad moderada a plagas.  
Potencial Alergénico: 1 - Alto potencial alergénico.  
Proyección de Sombra: 3 - Proyección de sombra moderada.  
Requerimientos de Mantenimiento: 2 - Requiere un nivel de mantenimiento más alto que los estándares convencionales.  
Generación de Residuos: 2 - Genera residuos de manera medianamente inconveniente.  
Persistencia del Follaje: 1 - Follaje persistente.  
Desarrollo de Raíces: 2 - Raíces con tasa de crecimiento moderada que pueden causar daños.  
Valor de Adaptabilidad al Medio: 24

Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*)

Tolerancia a la Sequía: 3 - Tolerancia moderada a la sequía.  
Tolerancia al Calor: 4 - Alta tolerancia al calor.  
Tolerancia al Viento: 4 - Alta tolerancia al viento.

Longevidad: 3 - Vida moderada, entre 50 y 100 años.

Tolerancia a la Contaminación: 3 - Tolerancia moderada a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 3 - Susceptibilidad moderada a plagas.

Potencial Alergénico: 4 - Bajo potencial alergénico.

Proyección de Sombra: 3 - Proyección de sombra moderada.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 - Mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 4 - Genera pocos residuos.

Persistencia del Follaje: 1 - Follaje persistente.

Desarrollo de Raíces: 3 - Raíces de tasa de crecimiento moderado que generan daños moderados.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 35

#### Molle (*Schinus molle*)

Tolerancia a la Sequía: 4 - Alta tolerancia a la sequía.

Tolerancia al Calor: 4 - Alta tolerancia al calor.

Tolerancia al Viento: 4 - Alta tolerancia al viento.

Longevidad: 3 - Vida moderada, entre 50 y 100 años.

Tolerancia a la Contaminación: 4 - Alta tolerancia a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 4 - Baja susceptibilidad a plagas.

Potencial Alergénico: 4 - Bajo potencial alergénico.

Proyección de Sombra: 4 - Buena proyección de sombra.

Requerimientos de Mantenimiento: 2 - Requiere un nivel de mantenimiento más alto que los estándares convencionales.

Generación de Residuos: 5 - Genera muy pocos residuos.

Persistencia del Follaje: 1 - Follaje persistente.

Desarrollo de Raíces: 4 - Raíces de tasa de crecimiento moderado que no causan daños importantes.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 44

#### Eucalipto (*Eucalyptus spp.*)

Tolerancia a la Sequía: 5 - Muy alta tolerancia a la sequía.

Tolerancia al Calor: 4 - Alta tolerancia al calor.

Tolerancia al Viento: 3 - Tolerancia moderada al viento.

Longevidad: 3 - Vida moderada, generalmente de 50 a 100 años.

Tolerancia a la Contaminación: 4 - Alta tolerancia a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 4 - Baja susceptibilidad a plagas.

Potencial Alergénico: 4 - Bajo potencial alergénico.

Proyección de Sombra: 3 - Proyección de sombra moderada.

Requerimientos de Mantenimiento: 4 - Requiere bajo mantenimiento.

Generación de Residuos: 5 - Genera muy pocos residuos.

Persistencia del Follaje: 1 - Follaje persistente.

Desarrollo de Raíces: 2 - Raíces con tasa de crecimiento moderada que pueden causar daños.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 41

*Ficus (Ficus benjamina)*

Tolerancia a la Sequía: 2 - Baja tolerancia a la sequía.

Tolerancia al Calor: 2 - Baja tolerancia al calor.

Tolerancia al Viento: 2 - Baja tolerancia al viento.

Longevidad: 3 - Vida moderada, entre 50 y 100 años.

Tolerancia a la Contaminación: 4 - Alta tolerancia a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 2 - Alta susceptibilidad a plagas.

Potencial Alergénico: 3 - Potencial alergénico moderado.

Proyección de Sombra: 4 - Buena proyección de sombra.

Requerimientos de Mantenimiento: 1 - Requiere alto mantenimiento.

Generación de Residuos: 2 - Genera residuos de manera medianamente inconveniente.

Persistencia del Follaje: 1 - Follaje persistente.

Desarrollo de Raíces: 1 - Raíces con tasa de crecimiento rápido que pueden causar daños importantes.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 26

Tabla 41. Continuación de adaptabilidad de las especies empleadas en el arbolado viario al medio urbano

<b>Especie</b>	<b>Tolera ncia a la Sequía</b>	<b>Tolera ncia al Calor</b>	<b>Tolera ncia al Viento</b>	<b>Longev idad</b>	<b>Tolera ncia a la Poluci ón</b>	<b>Susceptib ilidad a Plagas y Pestes</b>	<b>Potenc ial Alergé nico</b>	<b>Proyec ción de Sombr a</b>	<b>Requerimi entos de Mantenim iento</b>	<b>Genera ción de Residu os</b>	<b>Persist encia del Follaje</b>	<b>Desarr ollo de Raíces</b>	<b>Valor de Adaptabi lidad al Medio</b>
<b>Tabaco (<i>Nicotiana glauca</i>)</b>	5	4	4	2	3	4	5	2	3	4	1	2	42
<b>Chilca (<i>Baccharis latifolia</i>)</b>	5	5	3	3	4	3	1	3	3	4	4	1	39
<b>Ficus (<i>Ficus</i>)</b>	4	4	5	3	4	5	1	3	3	1	1	4	37

<b>Benjamin a)</b>													
<b>Palmera (Washingtonia robusta)</b>	4	3	1	2	4	1	1	4	4	4	3	4	34
<b>Cactus (Cactaceae)</b>	5	5	1	5	1	5	3	1	1	1	5	2	35
<b>Ficus Chiflera (Ficus Benjamin a)</b>	5	4	3	4	5	3	5	5	3	5	3	4	44
<b>Fresno Común</b>	5	5	5	3	5	3	3	4	4	3	3	4	43

<b>(<i>Fraxinus excelsior</i>)</b>													
<b>Álamo (<i>Populus nigra var italyca</i>)</b>	4	4	5	4	4	1	5	3	3	1	5	2	36
<b>Yuca ornament al (<i>Yucca gigantea</i>)</b>	4	4	5	4	3	3	5	5	3	3	5	4	43
<b>Pino (<i>Pinus patula</i>)</b>	4	3	3	5	5	5	1	5	3	3	3	4	39

<b>Pino</b> <i>(Pinus radiata)</i>	4	3	1	5	5	5	1	5	3	1	3	4	34
<b>Quillay</b> <i>(Paraseri anthes lophanta)</i>	5	4	1	4	5	5	5	3	1	5	3	1	37



Los resultados de la tabla 62 se explican de la siguiente forma:

**Tabaco (*Nicotiana glauca*) en Arequipa**

Tolerancia a la Sequía: 5 Muy tolerante a condiciones de sequía, lo que es ideal para Arequipa donde el agua puede ser escasa.

Tolerancia al Calor: 4 Resistente al calor, algo vital en una región que puede tener altas temperaturas.

Tolerancia al Viento: 4 Puede resistir vientos moderados, lo que es una ventaja si la ciudad enfrenta vientos periódicos.

Longevidad: 2 Esta planta tiene una vida útil corta, lo que podría requerir reemplazos frecuentes en un entorno urbano.

Tolerancia a la Contaminación: 3 Moderadamente tolerante a la contaminación; no es la mejor opción para áreas industriales de la ciudad, pero podría funcionar en zonas residenciales.

Susceptibilidad a Plagas: 4 Es susceptible a plagas y enfermedades, por lo que podría requerir tratamiento químico, lo que aumenta los costos de mantenimiento.

Potencial Alergénico: 5 Alto potencial alergénico, lo cual es una desventaja en áreas públicas o residenciales donde la gente podría ser sensible.

Proyección de Sombra: 2 Ofrece poca sombra, lo cual no es ideal para crear áreas frescas en espacios públicos.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 Necesitará un mantenimiento moderado, lo cual es un aspecto a considerar en términos de costos para la ciudad.

Generación de Residuos: 4 Genera una cantidad considerable de residuos orgánicos como hojas y tallos que requerirán limpieza.

Persistencia del Follaje: 1 Su follaje no es persistente, por lo que no contribuirá a espacios verdes durante todo el año.

Desarrollo de Raíces: 2

Sistema radicular moderado; podría requerir un poco de espacio y podría interferir con infraestructuras subterráneas.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 42

Este valor sugiere que la planta es relativamente adaptable al medio ambiente en Arequipa, aunque hay aspectos como su potencial alergénico y generación de residuos que podrían ser problemáticos.

**Ficus (*Ficus benjamina*) en Arequipa:**

Tolerancia a la Sequía: 4 Moderadamente tolerante a la sequía, lo cual es una ventaja en el clima de Arequipa.

Tolerancia al Calor: 4 Similarmente, también es moderadamente tolerante al calor, lo que lo hace apto para el ambiente cálido.

Tolerancia al Viento: 5 Muy tolerante al viento, lo que es útil en áreas con condiciones ventosas.

Longevidad: 3 Con una vida útil moderada, el Ficus puede ofrecer beneficios durante varios años.

Tolerancia a la Contaminación: 4 Relativamente resistente a la contaminación, lo cual es útil en zonas urbanas.

Susceptibilidad a Plagas: 5 Es muy susceptible a plagas y enfermedades, lo que podría requerir medidas de control adicionales.

Potencial Alergénico: 1 Tiene un bajo potencial alergénico, lo cual es beneficioso en espacios públicos.

Proyección de Sombra: 3 Proporciona una cantidad moderada de sombra, útil en parques y jardines.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 Requiere un mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 1 Genera pocos residuos, lo que reduce las necesidades de limpieza.

Persistencia del Follaje: 1 Su follaje no es particularmente persistente, lo que podría ser un inconveniente en ciertas aplicaciones.

Desarrollo de Raíces: 4 Su sistema de raíces es algo invasivo, lo que hay que tener en cuenta al planificar su ubicación.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 37

Con una puntuación de adaptabilidad moderada, el Ficus podría ser una opción a considerar para proyectos de paisajismo, pero con algunas precauciones relacionadas con su susceptibilidad a plagas y el sistema de raíces.

### **Palmera (*Washingtonia robusta*) en Arequipa:**

Tolerancia a la Sequía: 4 Moderadamente tolerante a la sequía, lo cual es útil en Arequipa.

Tolerancia al Calor: 3 Moderada tolerancia al calor.

Tolerancia al Viento: 1 Poca tolerancia al viento, no recomendable para áreas ventosas.

Longevidad: 2 Tiene una vida útil relativamente corta en comparación con otras especies.

Tolerancia a la Contaminación: 4 Bastante resistente a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 1 Muy resistente a plagas y enfermedades.

Potencial Alergénico: 1 Bajo potencial alergénico.

Proyección de Sombra: 4 Ofrece buena sombra, útil en parques y zonas recreativas.

Requerimientos de Mantenimiento: 4 Requiere un nivel de mantenimiento algo elevado.

Generación de Residuos: 4 Genera una cantidad considerable de residuos.

Persistencia del Follaje: 3 El follaje es moderadamente persistente.

Desarrollo de Raíces: 4 Tiene un sistema de raíces algo invasivo.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 34

Aunque tiene una buena tolerancia a varios factores, su baja tolerancia al viento y requisitos de mantenimiento más altos pueden limitar su uso en Arequipa.

**Cactus (*Cactaceae*) en Arequipa:**

Tolerancia a la Sequía: 5 Extremadamente tolerante a la sequía, lo cual es ideal para el clima seco de Arequipa.

Tolerancia al Calor: 5 También altamente tolerante al calor.

Tolerancia al Viento: 1 Poca tolerancia al viento, lo que podría ser una desventaja en áreas abiertas y ventosas.

Longevidad: 5 Puede vivir muchos años, lo que lo hace una inversión a largo plazo en paisajismo.

Tolerancia a la Contaminación: 1 No es muy tolerante a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 5 Altamente resistente a plagas y enfermedades.

Potencial Alergénico: 3 Tiene un potencial alergénico moderado.

Proyección de Sombra: 1 Ofrece poca sombra, lo que podría no ser ideal para zonas de recreo.

Requerimientos de Mantenimiento: 1 Requiere muy poco mantenimiento.

Generación de Residuos: 1 Genera muy pocos residuos.

Persistencia del Follaje: 5 Su follaje (en este caso, espinas y tallos) es muy persistente.

Desarrollo de Raíces: 2 Tiene un sistema de raíces menos invasivo.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 35

Su alta tolerancia a la sequía y el calor lo hace ideal para Arequipa, aunque su baja tolerancia al viento y a la contaminación podrían ser desventajas en ciertos entornos.

**Ficus Chiflera (*Ficus Benjamina*) en Arequipa:**

Tolerancia a la Sequía: 5 Extremadamente tolerante a la sequía.

Tolerancia al Calor: 4 Moderadamente tolerante al calor.

Tolerancia al Viento: 3 Tolerancia al viento moderada.

Longevidad: 4 Con una vida útil larga, ofrece beneficios a largo plazo.

Tolerancia a la Contaminación: 5 Altamente resistente a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 3 Moderadamente susceptible a plagas.

Potencial Alergénico: 5 Tiene un alto potencial alergénico, lo cual podría ser una preocupación en espacios públicos.

Proyección de Sombra: 5 Ofrece una excelente sombra.

Requerimientos de Mantenimiento: 3

Requiere un mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 5 Genera una cantidad significativa de residuos, como hojas y ramas.

Persistencia del Follaje: 3 El follaje es moderadamente persistente.

Desarrollo de Raíces: 4 Sistema de raíces algo invasivo.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 44

Altamente adaptable, aunque su alto potencial alergénico y generación de residuos pueden requerir consideración especial.

### **Fresno Común (*Fraxinus excelsior*) en Arequipa:**

Tolerancia a la Sequía: 5 Muy tolerante a la sequía, lo cual es excelente para el clima de Arequipa.

Tolerancia al Calor: 5 También muy tolerante al calor.

Tolerancia al Viento: 5 Muy resistente a las condiciones de viento, lo que es ideal para lugares expuestos.

Longevidad: 3 Tiene una vida útil moderada a larga. Tolerancia a la Contaminación: 5

Altamente resistente a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 3 Moderadamente susceptible a plagas y enfermedades.

Potencial Alergénico: 3 Tiene un potencial alergénico moderado.

Proyección de Sombra: 4 Ofrece una buena sombra.

Requerimientos de Mantenimiento: 4 Requiere un mantenimiento moderado a alto.

Generación de Residuos: 3 Genera una cantidad moderada de residuos.

Persistencia del Follaje: 3 El follaje es moderadamente persistente.

Desarrollo de Raíces: 4 Sistema de raíces moderadamente invasivo.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 43

Altamente adaptable a las condiciones de Arequipa, aunque podría requerir un mantenimiento moderado.

### **Álamo (*Populus nigra var italyca*) en Arequipa:**

Tolerancia a la Sequía: 4 Moderadamente tolerante a la sequía.

Tolerancia al Calor: 4 Moderadamente tolerante al calor.

Tolerancia al Viento: 5 Muy resistente al viento.

Longevidad: 4 Tiene una vida útil larga.

Tolerancia a la Contaminación: 4 Moderadamente resistente a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 1 Altamente susceptible a plagas y enfermedades.

Potencial Alergénico: 5 Alto potencial alergénico.

Proyección de Sombra: 3 Ofrece una sombra moderada.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 Requiere mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 1 Genera pocos residuos.

Persistencia del Follaje: 5 Muy persistente.

Desarrollo de Raíces: 2 Sistema de raíces menos invasivo.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 36

Moderadamente adaptable, pero su alta susceptibilidad a plagas y potencial alergénico pueden requerir atención.

### **Yuca ornamental (*Yucca gigantea*) en Arequipa**

Tolerancia a la Sequía: 4 Moderadamente tolerante a la sequía, lo que es bueno para Arequipa.

Tolerancia al Calor: 4 También moderadamente tolerante al calor.

Tolerancia al Viento: 5 Muy resistente al viento.

Longevidad: 4 Tendencia a tener una larga vida útil.

Tolerancia a la Contaminación: 3 Tolerancia moderada a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 3 Moderadamente susceptible a plagas y enfermedades.

Potencial Alergénico: 5 Alto potencial alergénico.

Proyección de Sombra: 5 Ofrece una excelente sombra.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 gNecesita un mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 3

Genera una cantidad moderada de residuos.

Persistencia del Follaje: 5 Follaje muy persistente.

Desarrollo de Raíces: 4 Sistema de raíces moderadamente invasivo.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 43 Muy adaptable al entorno de Arequipa, aunque su potencial alergénico es algo a considerar.

### **Pino (*Pinus patula*) en Arequipa**

Tolerancia a la Sequía: 4 Moderadamente tolerante a la sequía.

Tolerancia al Calor: 3 Tolerancia moderada-baja al calor.

Tolerancia al Viento: 3 Tolerancia moderada al viento.

Longevidad: 5 Tiene una vida útil muy larga.

Tolerancia a la Contaminación: 5 Muy resistente a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 5 Muy resistente a plagas y enfermedades.

Potencial Alergénico: 1 Bajo potencial alérgico.

Proyección de Sombra: 5 Ofrece excelente sombra.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 Necesita mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 3 Genera una cantidad moderada de residuos.

Persistencia del Follaje: 3 Follaje moderadamente persistente.

Desarrollo de Raíces: 4 Sistema de raíces moderadamente invasivo.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 39

Bastante adaptable a las condiciones de Arequipa, con pocas preocupaciones además del calor moderado y la tolerancia al viento.

### **Pino (*Pinus radiata*) en Arequipa**

Tolerancia a la Sequía: 4 Moderadamente tolerante a la sequía, lo cual es beneficioso en Arequipa.

Tolerancia al Calor: 3 Tolerancia moderada-baja al calor.

Tolerancia al Viento: 1 Baja tolerancia al viento, lo cual podría ser un problema en áreas ventosas.

Longevidad: 5 Altamente longevo.

Tolerancia a la Contaminación: 5 Muy tolerante a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 5 Muy resistente a plagas y enfermedades.

Potencial Alergénico: 1 Bajo potencial alérgico.

Proyección de Sombra: 5 Ofrece una excelente sombra.

Requerimientos de Mantenimiento: 3 Mantenimiento moderado.

Generación de Residuos: 1 Genera pocos residuos.

Persistencia del Follaje: 3 Follaje moderadamente persistente.

Desarrollo de Raíces: 4 Sistema de raíces moderadamente invasivo.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 34

Adecuado para Arequipa pero con preocupaciones respecto a su tolerancia al viento.

**Quillay (*Paraserianthes lophanta*) en Arequipa:**

Tolerancia a la Sequía: 5 Altamente tolerante a la sequía.

Tolerancia al Calor: 4 Moderadamente tolerante al calor.

Tolerancia al Viento: 1 Baja tolerancia al viento.

Longevidad: 4 Longevidad alta.

Tolerancia a la Contaminación: 5 Muy resistente a la contaminación.

Susceptibilidad a Plagas: 5 Muy resistente a plagas y enfermedades.

Potencial Alergénico: 5 Alto potencial alergénico.

Proyección de Sombra: 3 Proyección de sombra moderada.

Requerimientos de Mantenimiento: 1 Bajo mantenimiento.

Generación de Residuos: 5 Genera muchos residuos.

Persistencia del Follaje: 3 Follaje moderadamente persistente.

Desarrollo de Raíces: 1 Raíces no invasivas.

Valor de Adaptabilidad al Medio: 37

Adaptabilidad moderada a alta en Arequipa, aunque se debe tener en cuenta su bajo aguante al viento y alto potencial alergénico.

Tabla 42. Cálculo del índice de adaptabilidad al medio para los sectores analizados

Especie	S0	S1	S2	S3	S4	Coefficiente de adaptabilidad	Valor ponderado adaptabilidad sector 0	Valor ponderado adaptabilidad sector 1	Valor ponderado adaptabilidad sector 2	Valor ponderado adaptabilidad sector 3	Valor ponderado adaptabilidad sector 4
Mioporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	11.5 4%	75.54 %	29.1 2%	-	-	0.60	0.0692	0.4532	0.1747	-	-
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	7.69 %	3.91 %	29.7 0%	-	0.2 %	0.80	0.0615	0.0313	0.2376	-	0.0016
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	7.69 %	3.33 %	0.39 %	-	-	0.60	0.0461	0.02	0.0021	-	-
Mora ( <i>Morus alba</i> )	10.6 9%	-	-	28.09 %	19.6 5%	0.60	0.0641	-	-	0.1685	0.1179
Mora ( <i>Morus nigra</i> )	-	1.17 %	17.1 6%	-	-	0.40	-	0.0047	0.0686	-	-
Huaranhuay ( <i>Tecoma sambucifolia</i> )	-	-	0.77 %	-	-	0.20	-	-	0.0015	-	-

Fresno americano ( <i>Fraxinus americana</i> )	-	3.33 %	4.24 %	34.89 %	11.20 %	0.80	-	0.0266	0.0339	0.2791	0.0896
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> )	-	1.57 %	1.54 %	0.81 %	-	0.60	-	0.0094	0.0092	0.0049	-
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	0.85 %	-	0.10 %	-	1.71 %	0.60	0.0051	-	0.0006	-	0.0103
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	18.38 %	8.02 %	1.93 %	-	50.57 %	0.80	0.1470	0.0642	0.0154	-	0.4036
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	7.69 %	0.78 %	2.80 %	-	-	0.60	0.0461	0.0047	0.0168	-	-
Tipa ( <i>Tipuana tipu</i> )	-	-	-	36.12 %	-	0.20	-	-	-	0.0722	-
Tabaco ( <i>Nicotiana</i> )	-	-	-	-	0.5 %	0.20	-	-	-	-	0.0010

<i>glauca</i> )											
Chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> )	-	-	-	-	16.1 7%	0.20	-	-	-	-	0.0323
Ficus ( <i>Ficus Benjamina</i> )	18.3 8%	-	-	-	-	0.20	0.0368	-	-	-	-
Palmera ( <i>Washingtonia robusta</i> )	0.85 %	-	-	-	-	0.20	0.0017	-	-	-	-
Cactus ( <i>Cactaceae</i> )	0.85 %	-	-	-	-	0.20	0.0017	-	-	-	-
Ficus Chiflera ( <i>Ficus Benjamina</i> )	0.85 %	0.59 %	-	-	-	0.40	0.0034	0.0024	-	-	-
Fresno Común ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	13.6 9%	4.50 %	2.89 %	-	-	0.60	0.0821	0.0270	0.0173	-	-

Alamo <i>(Populus nigra var. italyca)</i>	-	0.39 %	-	-	-	0.20	-	0.0008	-	-	-
Yuca ornamental <i>(Yucca gigantea)</i>	-	0.20 %	-	-	-	0.20	-	0.0004	-	-	-
Pino <i>(Pinus patula)</i>	-	-	0.29 %	-	-	0.20	-	-	0.0006	-	-
Pino <i>(Pinus radiata)</i>	-	-	0.19 %	-	-	0.20	-	-	0.0004	-	-
Quillay <i>(Paraserianthes lophanta)</i>	-	-	3.86 %	-	-	0.20	-	-	0.0077	-	-
Acacia <i>(Acacia saligna)</i>	-	-	4.15 %	-	-	0.20	-	-	0.0083	-	-
Grevilea, roble australiano <i>(Grevillea robusta)</i>	-	-	0.87 %	-	-	0.20	-	-	0.0017	-	-

<b>Valor Índice de Adaptabilidad al Medio</b>	0.5650	0.6446	0.5969	0.5248	0.6573
---	--------	--------	--------	--------	--------

Los resultados de la tabla 63 se explican de la siguiente forma:

La tabla proporciona información sobre diferentes especies de árboles/plantas, la distribución de su presencia en diferentes sectores (S0 a S4), su coeficiente de adaptabilidad y su valor ponderado de adaptabilidad para cada sector. La ponderación parece ser una combinación del coeficiente de adaptabilidad y la presencia en cada sector.

Aquí hay algunas conclusiones que podrías obtener de esta tabla:

Vilco (*Anadenanthera colubrina*) muestra la mayor presencia en el sector 4 (50.57%) y también tiene un alto coeficiente de adaptabilidad (0.80). Esto se refleja en su alto valor ponderado de adaptabilidad para este sector (0.4036).

El Mioporo (*Myoporum laetum*) y el Molle (*Schinus molle*) parecen ser bastante adaptativos en general, aunque el Mioporo tiene una fuerte presencia en el sector 1 (75.54%) y el Molle en el sector 2 (29.70%).

Algunas especies como el Huaranhuay (*Tecoma sambucifolia*), el Tabaco (*Nicotiana glauca*), y la Casuarina (*Casuarina equisetifolia*) tienen presencias y coeficientes de adaptabilidad relativamente bajos, lo que sugiere que estas especies pueden no ser tan robustas o versátiles en su capacidad para adaptarse a diferentes entornos.

En términos de los valores del índice de adaptabilidad al medio, el sector 4 tiene el valor más alto (0.6573), lo que podría sugerir que las especies en este sector tienden a tener una mayor adaptabilidad. Esto podría ser importante si estás considerando plantar especies en condiciones ambientales cambiantes o desafiantes.

Por último, esta tabla es un recurso útil para la toma de decisiones sobre qué especies plantar en qué sectores, teniendo en cuenta tanto la presencia existente de la especie como su adaptabilidad.



## PERTINENCIA

Tabla 43. Cálculo del índice de pertinencia para los sectores analizados

Especie	S0	S1	S2	S3	S4	Valor coefici ente de Pertin encia	Valor Ponde rado pertin encia S0	Valor ponde rado pertin encia S1	Valor ponde rado pertin encia S2	Valor ponde rado pertin encia S3	Valor ponde rado pertin encia S4
Mioporo ( <i>Myopor um laetum</i> )	11.5 4%	75.5 4%	29.1 2%	-	-	0.40	0.0461	0.302	0.116	-	-
Molle ( <i>Schinus molle</i> )	7.69 %	3.91 %	29.7 0%	-	0.2 %	1	0.0769	0.0391	0.297	-	-
Casuarin a ( <i>Casuari na equisetif olia</i> )	7.69 %	3.33 %	0.39 %	-	-	1	0.0769	0.0333	0.039	-	-
Mora ( <i>Morus alba</i> )	10.6 9%	-	-	28.0 9%	19.6 5%	0.40	0.0424	-	-	0.1123	0.0784
Mora ( <i>Morus nigra</i> )	-	1.17 %	17.1 6%	-	-	0.40	-	0.0046 8	0.0684	-	-
Huaranh uay ( <i>Tecoma sambucif olia</i> )	-	-	0.77 %	-	-	0.40	-	-	- 0.0030 8	-	-
Fresno american o ( <i>Fraxinu s american</i> )	-	3.33 %	4.24 %	34.8 9%	11.2 0%	0.80	-	0.026	0.053	0.2784	0.089

a)											
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> )	-	1.57 %	1.54 %	0.81 %	-	0.40	-	0.0063	0.0062	0.0032	-
Pino araucaria ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	0.85 %	-	0.10 %	-	1.71 %	0.40	0.0034	-	0.004	-	0.0068
Vilco ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	18.38 %	8.02 %	1.93 %	-	50.57 %	0.40	0.0735	0.032	0.0077	-	0.202
Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> )	7.69 %	0.78 %	2.80 %	-	-	0.40	0.0307	0.0031	0.0112	-	-
Tipa ( <i>Tipuana tipu</i> )	-	-	-	36.12 %	-	0.40	-	-	-	-0.144	-
Tabaco ( <i>Nicotiana glauca</i> )	-	-	-	-	0.5 %	0.80	-	-	-	-	-0.004
Chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> )	-	-	-	-	16.17 %	0,40	-	-	-	-	- 0.0644
Ficus ( <i>Ficus Benjamina</i> )	18.38 %	-	-	-	-	0.40	- 0.0735	-	-	-	-

Palmera ( <i>Washingtonia robusta</i> )	0.85 %	-	-	-	-	0.40	- 0.0034	-	-	-	-
Cactus ( <i>Cactaceae</i> )	0.85 %	-	-	-	-	0.40	- 0.0034	-	-	-	-
Ficus Chiflera ( <i>Ficus Benjamina</i> )	0.85 %	0.59 %	-	-	-	1	0.0085	0.0059	-	-	-
Fresno Común ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	13.6 9%	4.50 %	2.89 %	-	-	0.80	0.1095	0.036	0.0231	-	-
Alamo ( <i>Populus nigra var. italyca</i> )	-	0.39 %	-	-	-	0.40	-	- 0.0016	-	-	-
Yuca ornament al ( <i>Yucca gigantea</i> )	-	0.20 %	-	-	-	0.80	-	-0.002	-	-	-
Pino ( <i>Pinus patula</i> )	-	-	0.29 %	-	-	0.40	-	-	- 0.00116	-	-
Pino ( <i>Pinus radiata</i> )	-	-	0.19 %	-	-	0.40	-	-	- 0.0007	-	-
Quillay	-	-	3.86	-	-	0.40	-	-	-0.015	-	-

( <i>Paraserianthes lophanta</i> )			%								
Acacia ( <i>Acacia saligna</i> )	-	-	4.15 %	-	-	1	-	-	-	0.0415	-
Grevilea, roble australiano ( <i>Grevillea robusta</i> )	-	-	0.87 %	-	-	1	-	-	-	0.0087	-
<b>Valor Índice de Adaptabilidad Al Medio</b>							0.5482	0.4919	0.69574	0.5379	0.4446

Los resultados de la tabla 64 se explican de la siguiente forma:

Distribución de especies por sector: La tabla muestra la presencia porcentual de diferentes especies de plantas en cada sector (S0 a S4). Por ejemplo, el *Myoporum laetum* (*Mioporo*) tiene una presencia de 11.54% en S0 y 75.54% en S1.

Valor Coeficiente de Pertinencia: Este valor parece indicar si una especie es favorable (+1), neutral (0) o desfavorable (-1) en un determinado ambiente o para un determinado propósito. Por ejemplo, el *Myoporum laetum* tiene un coeficiente de pertinencia de +1, lo que sugiere que es una especie favorable.

Valor Ponderado de Pertinencia: Este valor parece ser el producto del porcentaje de presencia de la especie en un sector y el valor coeficiente de pertinencia. Este valor probablemente indica la contribución total de una especie a la pertinencia del sector, teniendo en cuenta tanto su presencia en el sector como su pertinencia general.

Presencia de especies desfavorables: Algunas especies, como el Huaranhuay, la Tipa y el Tabaco, tienen un coeficiente de pertinencia de -1, lo que indica que son desfavorables. Sin embargo, estos están presentes en algunos sectores.

Valor Índice de Adaptabilidad al Medio: Este valor se proporciona para cada sector en su conjunto y puede representar la adaptabilidad general de todas las especies presentes en ese sector a las condiciones de ese sector.

## FACTOR DE OCUPACIÓN

Tabla 44. Sitios de Ocupación

		Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
<b>1.0</b>	<b>Sitios de plantación ocupados</b>	1028	1360	1037	427	352
1.1	Sitios de plantación con especies pertinentes	678	1249	615	385	293
1.2	Sitios de plantación con especies parcialmente pertinentes	65	82	203	14	25
1.3	Sitios de plantación con especies no pertinentes	239	24	12	3	8
1.4	Sitios de plantación sub-ocupados (arbustos y palmeras)	142	5	207	25	75
<b>2.0</b>	<b>Sitios de plantación vacíos</b>	623	815	524	216	199
<b>3.0</b>	<b>Sitios de plantación potenciales</b>	276	301	308	127	70
<b>4.0</b>	<b><math>\Sigma</math> Sitios de plantación ocupados, vacíos y potenciales</b>	3051	2476	1869	770	620

Los resultados de la tabla 65 se explican a continuación:

Esta tabla presenta un resumen de información sobre sitios de plantación en cinco sectores diferentes (Sectores 0 a 4). Aquí están las posibles conclusiones que se pueden extraer de estos datos:

Distribución de sitios ocupados: El Sector 1 tiene la mayor cantidad de sitios de plantación ocupados (1360), seguido por el Sector 0 (1028). Los Sectores 2, 3 y 4 tienen menos sitios ocupados.

Pertinencia de las especies plantadas: En todos los sectores, la mayoría de los sitios ocupados contienen especies pertinentes, con el Sector 1 liderando en términos absolutos. Sin embargo, en términos proporcionales, el Sector 3 tiene la mayor proporción de especies pertinentes.

Sitios con especies parcialmente pertinentes y no pertinentes: El Sector 2 tiene la mayor cantidad de sitios con especies parcialmente pertinentes (203). En contraste, el Sector 0 tiene la mayor cantidad de sitios con especies no pertinentes (239).

Sitios sub-ocupados y vacíos: El Sector 0 tiene la mayor cantidad de sitios sub-ocupados (142), mientras que el Sector 1 tiene la menor cantidad (5). En cuanto a los sitios vacíos, el Sector 0 también lidera (623), seguido de cerca por el Sector 1 (815).

Sitios potenciales: El Sector 0 tiene la mayor cantidad de sitios de plantación potenciales (276), mientras que el Sector 4 tiene la menor cantidad (70).

Suma total de sitios: En términos de la suma total de sitios de plantación (ocupados, vacíos y potenciales), el Sector 0 tiene la mayor cantidad (3051), y el Sector 4 la menor (620).

Estas conclusiones pueden ayudar a entender el estado actual de la plantación en diferentes sectores y podrían ser útiles para la planificación de futuras estrategias de plantación, la asignación de recursos, y la identificación de áreas que podrían beneficiarse de mayor atención o intervención.

Tabla 45. Factor de Ocupación

	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
<b>Factor de Ocupación Bruto (1.0/4.0)</b>	33.69%	54.93%	55.48%	55.45%	56.61%
<b>Factor de Ocupación Neto No Calificado (1.1+1.2/4.0)</b>	24.35%	53.76%	44.77%	51.82%	51.29%

<b>Factor de Ocupación Neto Calificado (1.1/4)</b>	22.22%	50.44%	32.90%	50%	47.26%
--	--------	--------	--------	-----	--------

Los resultados de la tabla 66 se explican de la siguiente forma:

Esta tabla muestra los factores de ocupación bruto y neto (calificado y no calificado) de los sitios de plantación en cinco sectores (Sectores 0 a 4). Aquí están las posibles conclusiones que puedes extraer de estos datos:

**Factor de ocupación bruto:** Este factor representa la proporción de sitios de plantación ocupados (categoría 1.0 de la tabla anterior) en relación con la suma total de sitios (categoría 4.0). El Sector 4 tiene el mayor factor de ocupación bruto (56.61%), lo que indica que una mayor proporción de sus sitios de plantación están ocupados, comparado con otros sectores. En contraste, el Sector 0 tiene el factor de ocupación bruto más bajo (33.69%).

**Factor de ocupación neto no calificado:** Este factor representa la proporción de sitios de plantación ocupados por especies pertinentes y parcialmente pertinentes (categorías 1.1 y 1.2) en relación con el total de sitios (categoría 4.0). El Sector 1 tiene el mayor factor de ocupación neto no calificado (53.76%), lo que indica que una gran proporción de sus sitios de plantación están ocupados por especies pertinentes o parcialmente pertinentes. El Sector 0 tiene el factor de ocupación neto no calificado más bajo (24.35%).

**Factor de ocupación neto calificado:** Este factor representa la proporción de sitios de plantación ocupados por especies pertinentes (categoría 1.1) en relación con el total de sitios (categoría 4.0). Parece que falta el valor para el Sector 0, pero para los otros sectores, el Sector 3 tiene el mayor factor de ocupación neto calificado (50%).

Se entiende como los sitios de plantación en cada sector tienen una mayor proporción de especies pertinentes y cómo se comparan los sectores entre sí en términos de ocupación de sitios de plantación. Esto puede ser útil para la planificación y toma de decisiones relacionadas con la gestión de los sitios de plantación.

Tabla 46. Resultados índice de Ocupación

	Sector 0	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Valor Índice de ocupación	0.22	0.5	0.33	0.50	0.47

Los resultados de la tabla 67 se explican de la siguiente forma:

La tabla presenta el índice de ocupación para cinco sectores (0 a 4). Este índice generalmente mide la proporción de sitios de plantación ocupados en comparación con la cantidad total disponible.

El Sector 1 y el Sector 3 tienen el índice de ocupación más alto (0.50), lo que indica que la mitad de los sitios de plantación en estos sectores están ocupados.

En contraste, el Sector 0 tiene el índice de ocupación más bajo (0.22), lo que indica que solo alrededor del 22% de los sitios de plantación en este sector están ocupados.


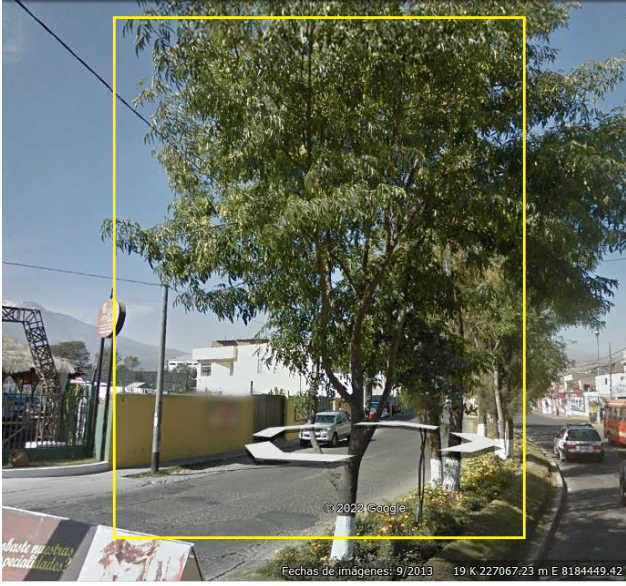
Los índices de ocupación del Sector 2 y el Sector 4 son 0.33 y 0.47 respectivamente, lo que indica que están moderadamente ocupados.



Estos datos son útiles para entender qué sectores tienen mayor demanda y cuáles pueden tener espacio disponible para nuevas plantaciones. También pueden sugerir en qué sectores podría ser necesaria una gestión más activa para aumentar la ocupación de los sitios de plantación.



### 7.3 ANEXOS III – FOTOGRAFÍAS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES

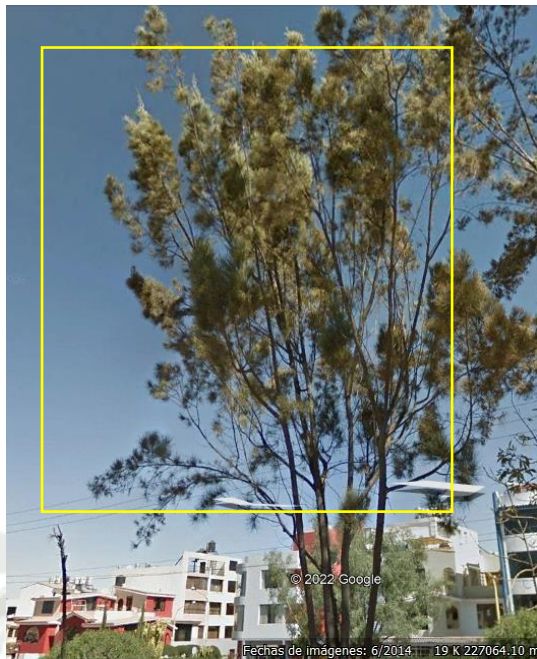

## IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBOREAS EN SECTOR I



	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Casuarina</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Casuarina equisetifolia</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Tahuaycani</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Fresno</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Fraxinus excelsior</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Tahuaycani</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>

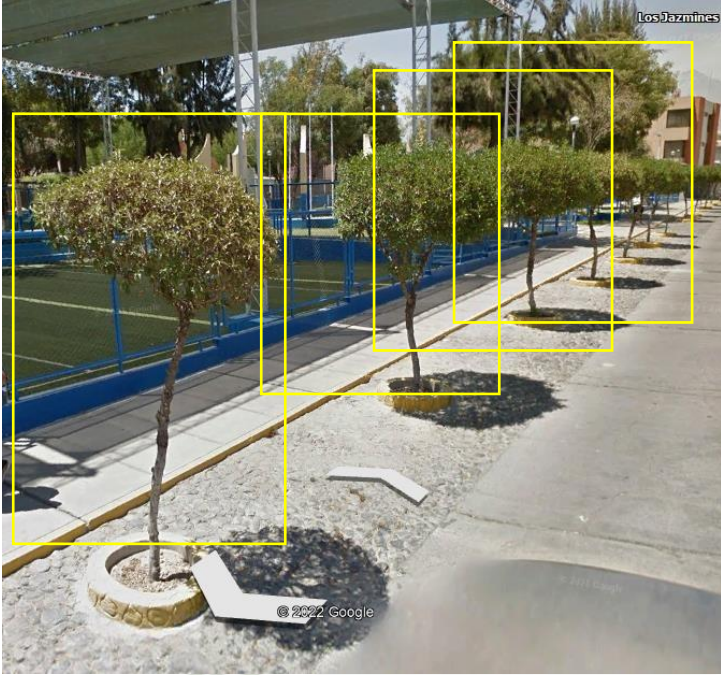

 <p>© 2022 Google Fechas de imágenes: 1/2015</p>	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Vilco</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Anadenanthera colubrina</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Tahuaycani</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>
 <p>© 2022 Google Fechas de imágenes: 1/2015 19 K. 227100.28 m</p>	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Sauce</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Salix humboldtiana</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Tahuaycani</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>



	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Mioporo</p>
<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Myoporum laetum</i></p>	<p><b>LUGAR</b></p> <p>av. Metropolitana</p>
<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>	
<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Mioporo</p>	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Myoporum laetum</i></p>
<p><b>LUGAR</b></p> <p>av. Metropolitana</p>	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>

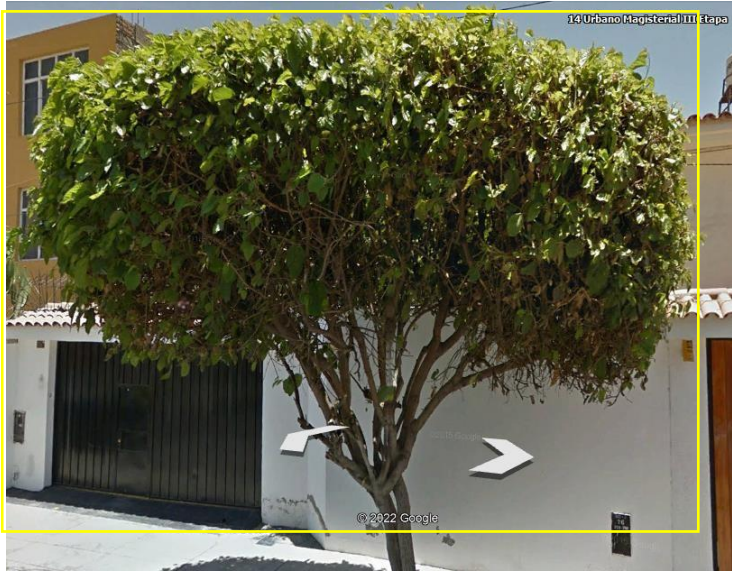
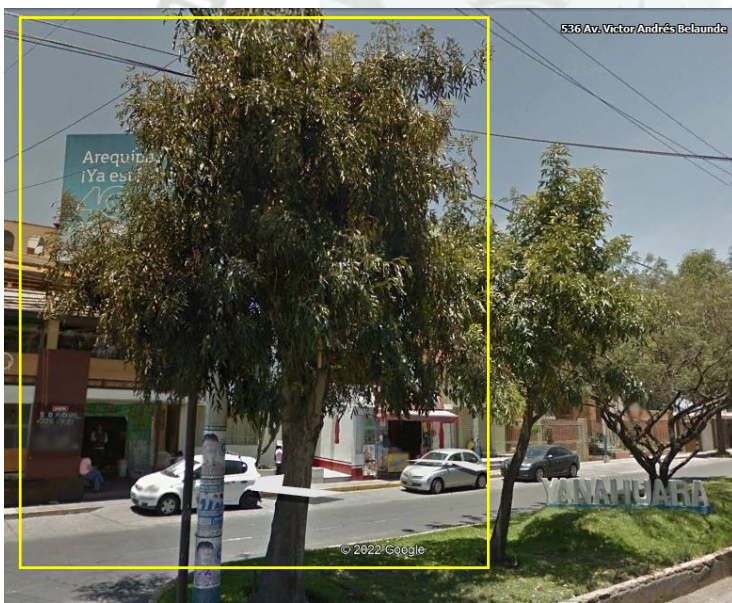
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Casuarina</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Casuarina equisetifolia</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Av Metropolitana</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Fresno</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Fraxinus americana</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>5 Av Metropolitana</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>



# IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBOREAS EN SECTOR II



 <p>Los Jazmines</p> <p>© 2022 Google</p>	<p>Mioporo</p>
<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p>Myoporum laetum</p>	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Los Jazmines</p>
<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>	 <p>18 Valencia</p> <p>© 2022 Google</p>
<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Mioporo</p>	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Myoporum laetum</i></p>
<p><b>LUGAR</b></p> <p>Valencia</p>	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>



	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Fresno</p>
<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Fraxinus excelsior</i></p>	
<p><b>LUGAR</b></p> <p>Las Violetas</p>	
<p><b>TIPO</b></p> <p>Parque</p>	
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Vilco</p>
<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Anadenanthera colubrina</i></p>	
<p><b>LUGAR</b></p> <p>Las Violetas</p>	
<p><b>TIPO</b></p> <p>Parque</p>	



	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p><b>Mora</b></p>
<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Morus nigra</i></p>	
<p><b>LUGAR</b></p> <p>Urbano Magisterial III Etapa</p>	
<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>	
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Fresno americano</p>
<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Fraxinus excelsior</i></p>	
<p><b>LUGAR</b></p> <p>Av. Víctor Andrés Belaúnde</p>	



# IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBOREAS EN SECTOR III

	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Tipa</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Tipuana tipu</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Av. Ejército 310</p>
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Mora</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Morus alba</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Av. Ejército 310</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>



	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Fresno</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Fraxinus excelsior</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Av. Ejército 300</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Fresno americano</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Fraxinus excelsior</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Av. Ejército 302</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>

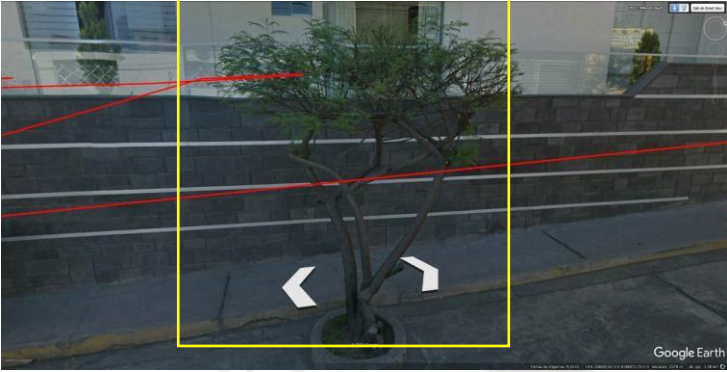
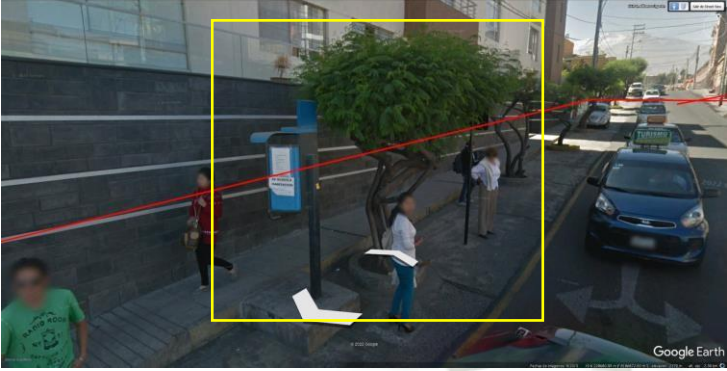
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Fresno americano</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Fraxinus excelsior</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Av. Ejército 314</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Fresno</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Fraxinus excelsior</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Av. Ejército 402</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>



# IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBOREAS SECTOR IV

	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Mora</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Morus nigra</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Calle Alfonso Ugarte 714</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Ficus, chiflera</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Ficus benjamina</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Calle Alfonso Ugarte 718</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>

	<p><b>NOMBRE COMÚN</b> Fresno</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b> <i>Fraxinus excelsior</i></p>
	<p><b>LUGAR</b> Calle Alfonso Ugarte 703</p>
<p><b>TIPO</b> Viario</p>	
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b> Vilco</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b> <i>Anadenanthera colubrina</i></p>
	<p><b>LUGAR</b> Calle Alfonso Ugarte 703</p>
	<p><b>TIPO</b> Viario</p>

	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Anadenanthera colubrina</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Calle Alfonso Ugarte 701</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>
	<p><b>NOMBRE COMÚN</b></p> <p>Vilco</p>
	<p><b>NOMBRE CIENTÍFICO</b></p> <p><i>Anadenanthera colubrina</i></p>
	<p><b>LUGAR</b></p> <p>Calle Alfonso Ugarte 669</p>
	<p><b>TIPO</b></p> <p>Viario</p>